ТРУБОПРОПРОВОДНАЯ АРМАТУРА

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 раз- личных видов арматуры в схемах.

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 на- правлениям, регулирования различных параметров среды ( давления P, расхода G, температуры Т 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 тру- бопроводов, однако в данном курсе эти детали систем не рассматриваются. В целом, на наш взгляд, по отношению к ним термин ТА является не совсем под- ходящим. 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 де- таль или конструктивно объединенную группу деталей, предназначенных для перекрытия проходного отверстия седла и перемещающуюся или поворачивающуюся 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 шпиндель) 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 закреп- лен клапан затвора, имеет винтовую резьбу и называется шпинделем. По резьбе шпинделя перемещается ходовая гайка, являющаяся вторым элементом винто- вой 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.

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 арма- туру общего назначения, предназначенную для установки в системах, эксплуа- тируемых в обычных условиях, испециальную, к которой предъявляются осо- бые требования в связи со специфическим характером систем, в которых она установлена.

Сантехническая ТА предназначена для установки во внутренних санитар- но-технических системах зданий. К ней относятся водоразборные краны, смеси- тели.

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 сис- темах 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, пред- назначенной для работы при высоких давлениях и температурах, характерных для крупных энергетических котлов, турбин и других установок. Энергетические паровые котлы эксплуатируются при давлениях 300 и более атмосфер, а температура пара превышает 500 оС. Столь высокие рабочие параметры предъявляют жесткие требования к материалу и качеству арматуры.

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 при- меняется 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 сле- дующие 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 некого 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 воз- действия, 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 за- крытое 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 перемерзание.

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, кондесатоотводчики, терморегуляторы и другие виды арматуры.

По функциональному назначению ТА подразделяется на следую- щие 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 кратко- временного 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 снижение 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 пудем 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 устройства- ми.

Предохранительная ТА предназначена для предотвращения аварийного повышения какого-либо параметра в обслуживаемой системе путем автомати- ческого выброса избыточного количества среды. Наиболее ярким примером яв- ляется предохранительные клапан, устанавливаемый на паровом котле. При по- вышении 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 по- вышению давления в системе.

Защитная ТА предназначена для защиты оборудования от аварийного из- менения параметра среды ( давления, температуры, направления потока ) путем отключения обслуживаемого участка. В отличие от предохранительной ТА по- ток не стравливается в атмосферу, а просто отключается требуемый элемент системы. Примером могут служить обратные клапаны, предотвращающие са- мопроизвольное 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 ( кондесатоотводчики

), воды и воздуха (воздухоотводчики, вантузы), воды и масла (маслоотделите-

ли).

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 присоединительных патрубка расположены на одной оси или со смещением на параллельных осях. Это наиболее распространенный тип корпуса арматуры. У угловой ТА присоединительные патрубки расположе- ны под углом друг к другу, причем наиболее часто под прямым углом. Это по- зволяет в некоторых случаях упростить конструкцию арматуры и избежать не- обходимости установки на трубопроводе дополнительного отвода для поворота потока.

По конструкции присоединительных патрубков ТА подразделяется на следующие основные группы:

муфтовая

фланцевая

цапковая

штуцерная

под приварку

Муфтовая ТА изготавливается на малые и средние диаметры. Присоеди- нительные концы муфтовой ТА имеют внутреннюю резьбу, как правило труб- ную, предназначенную для вворачивания трубы с концевой короткой резьбой.

Фланцевая ТА имеет на присоединительных концах фланцы, представ- ляющие 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 уплотнитель- ной прокладкой, представляющее из себя два или более винтовых захвата. Яр- ким примером использования этого достаточно редкого соединения является пожарный гидрант, к которому при помощи цапки подсоединяют пожарный ру- кав.

Штуцерная арматрура изготавливается на малые и сверхмалые диаметры.

Штуцерное соединение представляет из себя пару, когда на арматуре на при- соединительном конце нарезана наружная резьба, а трубопровод притягивается к ней при помощи накидной гайки. Для уплотнения соединения может быть ис- пользована прокладка или, если штуцер имеет на конце конус, то мягкая медная трубка может быть достаточно надежно герметизирована за счет плотного об- жатия на конусе.

Под приварку подготавливают присоединительные концы арматуры больших диаметров, когда надежность всех других видов соединений становит- ся недостаточной.

Более подробно преимущества различных способов соединения рассмотре- ны в разделе «Монтажные параметры арматуры».

По способу герметизации узла прохода шпинделя или штока через крыш- ку 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 расти- тельного 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 сво- ей простоте, низкой стоимости и возможности ремонта.

В сильфонной, мембранной и шланговой ТА отсутствуют подвижные соединения с зазорами, через которые рабочая среда может вытечь наружу, бла- годаря 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 вертикальномположе- нии шпинделем или крышкойвверх

на горизонтальных и вертикальных трубопроводах в любом поло- жении

только на вертикальных трубопроводах.

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

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 приведе- на 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 со- всем, или существенно снижены. Так, задвижки с суженным проходом имеют значительно меньшую строительную высоту, чем полнопроходные (однако они имеют большую строительную длину и большее гидравлическое сопротивле- ние). 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 ситуа- ция понятна: именно с целью ликвидации имеющихся недостатков и разрабаты- ваются новые конструкцииарматуры.

Регуляторы и конденсатоотводчики не входят в вышеприведенный список, как отдельный тип арматуры и не приведены в таблице. В принципе, они пред- ставляют из себя конструкцию, в составе которой в качестве регулирующей ар- матуры используется один их вышеперечисленных типов (чаще всего клапан). Поэтому их не следует считать самостоятельными типами арматуры по конст- рукции затвора. Однако они составляют самостоятельную группы по назначе- нию, которые широко используются в системах ТГВ. Принцип их работы рас- смотрен ниже.

Таблица 2.1

Сравнительные характеристики различных типов арматуры

Наименование арматуры

Принципиальная схема

Краткая характеристика

Задвижка

Затвор движется возвратно-поступательно вдоль уплотнительной поверхности. Большая строитель- ная высота, малая строительная длина. Медленное срабатывание. Большое усилие на привод затвора. Сильный износ поверхности седла на загрязненных жидкостях. Малое гидравлическое сопротивление.Отсутствие противодавления рабочей среды.

Клапан

Затвор движется по нормали к уплотнительной по- верхности. Малая строительная высота, большая строительная длина. Быстрое срабатывание. Боль- шое усилие на привод затвора. Большое гидравли- ческое сопротивление. Наличие противодавления рабочей среды. Высокая герметичность.

Кран

Затвор движется вращательно на 90овдоль уплот- нительной поверхности. Малая строительная высо- та, малая строительная длина. Быстрое срабатыва- ние. Большое усилие на привод затвора. Сильный износ поверхности седла и пробки на загрязненных и агрессивных жидкостях. Малое гидравлическое сопротивление. Отсутствие противодавления рабо- чей среды.

Заслонка

Затвор движется вращательно на 90о. Малая строи- тельная высота, малая строительная длина. Быстрое срабатывание. Малое усилие на привод затвора.

Малая герметичность. Малое гидравлическое со- противление. Отсутствие противодавления рабочей среды. Применяется на газах.

Диафрагмовый (мембранный) клапан

Затвор движется возвратно-поступательно по нор- мали к уплотнительной поверхности. Малая строи- тельная высота, большая строительная длина. Бы- строе срабатывание. Малое усилие на привод затво- ра. Применяется на агрессивных жидкостях. Боль- шое гидравлическое сопротивление. Наличие про- тиводавления рабочей среды.

Шланговый клапан

Затвор движется возвратно-поступательно по нор- мали к уплотнительной поверхности. Малая строи- тельная высота, большая строительная длина. Бы- строе срабатывание. Малое усилие на привод затво- ра. Применяется на агрессивных жидкостях. Малое гидравлическое сопротивление. Наличие противо- давления рабочей среды.

Задвижки имеют затвор в виде листа, диска или клина, перемещающий- ся вдоль уплотнительных поверхностей седла корпуса перпендикулярно оси по- тока среды.

Задвижки бывают полнопроходные, имеющие седло в размер диаметра трубопровода, исуженные, у которых диаметр седла меньше диаметра трубо- провода, что позволяет уменьшить необходимый ход шпинделя и, как следст- вие, строительный размер задвижки.

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

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

Преимуществом задвижек является то, что при перемещении рабочего ор- гана он не преодолевает давления среды, что позволяет уменьшить усилие, не- обходимое 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 эксплуатировать- ся при любом направлении движения потока.

Недостатком задвижек является сильное трение уплотнительных поверхно- стей в момент перемещения рабочего органа, большой габарит в направлении выдвижения 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 под- вергается сильному абразивному износу твердыми включениями, содержащи- мися в рабочей среде. После работы в таком режиме уплотнительные поверхно- сти изнашиваются настолько, что не обеспечивают достаточной герметичности при закрытии задвижки - задвижка «не держит».

Это ограничивает использование задвижки как регулирующего элемента (впро-

чем, 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 возник- новения гидравлического удара.

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

Клапаны имеют затвор в виде плоской или конусной тарелки, переме- щающейся возвратно-поступательно вдоль центральной оси уплотнительной поверхности седла корпуса. В некоторых конструкциях клапанов затвор дви- жется по дуге.

Клапаны являются самым распространенным видом ТА, как основной эле- мент 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 односе- дельные и двухседельные. В двухседельных клапанах имеется два седла, пере- крываемых 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 про- гибается в направлении, перпендикулярном оси движения потока. Седло пред- ставляет из себя край перегородки, стоящую поперек канала для протока рабо- чей среды. При прогибе мембрана плотно примыкает к краю перегородки и пе- рекрывает свободное сечение для прохода потока. Вшланговом клапане сам канал для протока рабочей жидкости представляет из себя упругий деформи- руемый шланг, который при закрытии клапана просто пережимается специаль- ным элементом затвора. Такие конструкции позволяют избежать наличия под- вижных 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 вентилей - отсутствие трения уплотнительных по- верхностей в момент закрытия, так как затвор движется перпендикулярно, что уменьшает опасность повреждения (задиров). Высота вентилей меньше, чем у задвижек, ввиду того что ход шпинделя невелик и обычно составляет не более

четверти диаметра трубопровода. Однако строительная длина вентилей 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 открыва- нии 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 вен- тиль 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 затво- ра 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 дви- жется 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 невысо- кие требования к герметичности. Заслонки часто называют дроссельными за- слонками или дроссель-клапанами. В зависимости от количества установлен- ных 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 применя- ют 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 отвер- стия совпадает с осью трубопровода, то кран находится в открытом положении, так как поток может протекать через отверстие. Если же пробку повернуть на 90О, то ось отверстия станет перпендикулярна оси трубопровода и кран будет закрыт. Таким образом, в отличие от вентиля и задвижки, для того, чтобы от- крыть или закрыть кран, требуется совершить не несколько оборотов шпинделя, а всего один поворот пробки на 90О. Поэтому краны, как правило, снабжают не

маховиком, а рукояткой. Положение рукоятки вдоль оси трубопровода соответ- ствует открытому состоянию, а перпендикулярно оси трубопровода - закрыто- му.

В зависимости от числа рабочих положений пробки краны бывают двуххо- довыми илитрехходовыми. Принципиально могут быть краны и на большее число положений, однако они нашли применение только в лабораторной арма- туре. В зависимости от формы отверстий на пробке краны могут быполнять различные функции

В зависимости от формы тела вращения, образующего затвор, краны бы- вают:

конусные

цилиндрические

шаровые

Конусные краны имеют пробку в виде усеченного конуса, в котором име- ется прямоугольное или круглое отверстие. Корпус крана также имеет конус- ную поверхность, к которой должна плотно примыкать пробка. Для обеспече- ния герметичности пробка должна быть смазана, чтобы смазка заполнила мик- розазоры между поверхностью пробки и корпуса. Кроме того, смазка уменьша- ет усилие, требуемое на поворот пробки. Кроме того, пробка должна быть по- стоянно 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 на- бивка, являющаяся упругим элементом, создающим постоянное усилие, прижи- мающее пробку к корпусу. В натяжных кранах снизу пробки имеется стержень с резьбой, проходящий через отверстие в корпусе. Прижатие пробки осуществля- ется 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 во- ды в системе) микрозазоры между поверхностью корпуса и пробки зарастают отложениями - пробка «прикипает». В этик условиях на поворот пробки требу- ется настолько большое усилие, что возможно поломка крана.

Краны изготавливают из цветных металлов (бронзы и латуни), так как тре- буется 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 пе- ремещения в вертикальном направлении, что дает возможность регулировать свободную высоту прямоугольного отверстия в пробке. Так устроены краны двойной регулировки, применяемые в системах отопления. За счет перемеще- ния пробки по высоте осуществляется монтажная регулировка системы, а после потребитель имеет возможность уменьшать расход теплоносителя через прибор

за счет поворота пробки на 90О.

Шаровые краны являются наиболее совершенными по своим эксплуата- ционным характеристикам. В них пробка выполнена в виде полированного ша- ра, имеющего круглое отверстие для прохода потока. Диаметр отверстия в точ- ности равен внутреннему диаметру подсоединяемого трубопровода, поэтому данный кран практически не создает местных сопротивлений потоку. Пробка крана не касается поверхности корпуса, что исключает возможность «прикипа- ния». Уплотнение затвора осуществляется за счет двух фторпластовых кольце- вых прокладок, устанавливаемых на заводе в момент сборки крана с усилием, превышающим предел текучести фторпласта, вследствие чего он надежно за- полняет зазор между пробкой и корпусом и обеспечивает высокую герметич- ность всего крана. Стоимость этих кранов, однако выше, чем рассмотренных ранее, так как для их изготовления требуется более высокий уровень техноло- гии.

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 гиб- кая мембрана, которая под действием штока или шпинделя прогибается и пере- крывает проходное сечение трубопровода. Гибкая мембрана одновременно гер- метизирует 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 об- ладают меньшей герметичностью, надежностью и ремонтнопригодностью, вы- держивают меньшие давления.

Шланговый клапан отличается тем, что проходной канал арматуры вы- полнен в виде гибкого шланга, который под действием штока или шпинделя пе- режимается и перекрывает проходное сечение. Гибкая шланг одновременно герметизирует рабочую полость арматуры, так что не требуется наличие саль- ника. 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) иконденсатоотводчики.

Регуляторы давления, расхода и уровня предназначены для автоматиче- ского поддерживания параметра без использования вторичных источников энергии.

Регулятор по конструкции представляет из себя клапан с пневмо или гид- роприводом мембранного, сильфонного или плунжерного типа, а так же специ- альную установочную пружину, преденазначенную для подстройки регулятора на требуемое значение параметра. Конструкции регуляторов чрезвычайно раз- нообразны.

Регуляторы уровня подразделяются на регуляторы питания , в которых уровень поддерживается за счет периодического добавлением жидкости в со- суд, 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 кото- рому прижимается тарелка клапана, закрепленная на одном конце углового ры- чага. Второй конец рычага соединен с подвижной мембраной, на которую с внешней стороны действует сила атмосферного давления и сила сжатия устано- вочной 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 ре- зультате чего давление газа в полости редуктора начнет повышаться. Это при- ведет к перемещению мембраны, которая потянет за собой конец рычага, со- единенный с нею. Второй конец рычага с закрепленным на нем клапанам так же переместится и прикроет отверстие для прохода газа. В результате давление га- за в полости редуктора будет практически на постоянном уровне, так как ход клапана крайне мал и усилие установочной пружины при перемещении мем- браны изменится незначительно. Таким образом, регулятор будет обеспечивать пропуск требуемого расхода газа при постоянном значении давления перед го- релками.

Регулятор расхода работает аналогично регулятору уровня, поддерживая постоянный перепад давления на некотором дросселирующем устройстве, на- пример, диафрагме или регулируемом сопле. Учитывая, что коэффициент мест- ного сопротивления дросселирующего устройства не изменяется, постоянный перепад давления означает, что скорость потока через дроссель нпостоянна и, следовательно, постоянен расход. Некоторые регуляторы имеют дроссель, кон- струкция которого позволяет регулировать его сопротивление, подстраивая ре- гулятор на требуемое значение расхода. Чаще, однако, сопротивление дроссе-

лирующего устройства оставляют постоянным, а изменяют сжатие установоч- ной пружины, что позволяет регулировать перепад давления на дросселе и, сле- довательно, расход через регулятор.

В регуляторах важным моментом является разгрузка клапана от односто- роннего давления рабочей среды, что позволяет значительно уменьшить усилия, требуемые на перемещение рабочего органа. Наиболее совершенным вариантом разгрузки является двухседельная конструкция клапана, когда усилия, дейст- вующие на две тарелки, противоположны по направлению и взаимно компенси- руются. 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 регуля- торах.

Конденсатоотводчики предназначены для вывода из паровой системы конденсата, не участвующего в рабочем или технологическом процессе. Кон- денсат сливается постоянно или периодически по мере его накопления в систе- ме.

Таким образом, конденсатоотводчики должны выпускатьт воду и задержи- вать пар, что осуществляется за счет наличия гидравлического или механиче- ского 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. Клапнные конденсатоотводчики выпускают конденсат периодически, по мере достижения определенных условий, а бесклапанные - непрерывно. В принципе конденсато- отводчики клапанного типа являются двухпозиционными регуляторами, в кото- рых роль чувствительного элемента и привода одновременно выполняет попла- воу, термостат, биметаллическая пластина или диск.

Конденсаотводчики в зависимости от принципа действия бывают:

поплавковые

а) закрытого типа б) открытого типа

термостатические

термодинамические

лабиринтные

сопловые

Поплавковые конденсатоотводчики в зависимости от конструкции по- плавка бывают с закрытым поплавком, с открытым поплавком, сопроки- нутым поплавком колокольного типа.

В поплавковых конденсаотводчиках проходное сечение клапана для вы- пуска конденсата открывается при всплытии поплавка, с которым связан затвор клапана. Всплытие поплавка происходит в тот момент, когда уровень конденса- та в корпусе конденсатоотводчика достигнет предельного значения. После от- крывания 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 управ- ления затвором клапана используется термосильфон, расширяющийся при по- вышении температуры, биметаллическая пластина или диск. Работа таких кон- денсатоотвод-чиков основана на разнице температур паровой и жидкой фазы.

В термостатных конденсатоотводчиках сильфонного типа сильфон, пред- ставляющий из себя тонкостенную гофрированную трубку, заполнен легко ис- паряющейся жидкостью, испаряющейся при температуре свежего пара, но на- ходящейся в жидкой фазе при температуре конденсата. Так, например, при уда- лении конденсата с температурой 85 - 90 0С используется смесь из 25% этило- вого спирта и 75 % пропилового спирта. Как только сильфон начнет омываться паром, жидкость испаряется, сильфон расширяется и перемещает клапан, за- крывая отверстие для выпуска конденсата. В других конструкциях для этой це- ли применяют биметаллические пластины.

Термодинамические конденсатоотводчики являются конденсатоотводчи- ками непрерывного действия. Они получили в настоящее время наиболее широ- кое применение благодаря простоте конструкции, малым габаритам, надежно- сти в работе, низкой стоимости, высокой пропускной способности и малым по- терям пара.

Тарельчатый конденсатоотводчик такого типа имеет всего одну подвиж- ную деталь - тарелку, свободно лежащую на седле. Проходящий конденсат при- поднимает тарелку и выходит через отводной канал. При поступлении пара та- релкка 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 (конденса- та) - значительно меньшее. Благодаря этому конденсат проходит через конден- сатоотводчик, а пар задерживается.

Сопловые конденсатоотводчики являются конденсатоотводчиками непре- рывного действия. Они содержат устройство в виде ступенчатого сопла с рас- ширением, которое для конденсата не создает большого гидравлического сопр отивления. Для прохода пара сопротивление сопла значительно больше, так как при этом создается внезапное расширение пара, и скорость его сооответствует критическому перепаду давления ( в то время как на конденсат действует весь

перепад давления). Благодаря этому конденсат проходит через конденсатоот- водчик, а пар задерживается.

В целом конденсатоотводчики являются малонадежными и капризными устройствами и требуют частой ревизии. Более подробно о работе конденсато- отводчиков можно прочитать в учебниках по курсу «Отопление» в разделах, по- священных паровому отоплению. Следует отметить, что паровые системы ото- пления даже на промышленных предприятиях, имеющих собственную паровую котельную, повсеместно заменяются водяными системами, как более надежны- ми, легче регулируемыми и более долговечными. Поэтому актуальность приме- нения конденсатоотводчиков в настоящее время снизилась.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ АРМАТУРЫ

Среди эксплуатационных параметров арматуры выделяют следующие: энергетические (давление и температура); пропускная способность; коррозион- ная 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 0С, 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 (Рабсменее 0,1 Па)

для низкого и среднего вакуума (Рабсот 0,1 Па до 0,1 МПа)

для малых давлений (Рабсот 0.25 Мпа до 1,6

МПа)

для средних давлений (Рабсот 2,5 до 10 Мпа)

для высоких давлений (Рабсот 16 до 80 Мпа)

для сверхвысоких (Рабсот 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 0С, 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 гидравличе- скому испытанию водой на прочность при температуре не выше 100 0С.

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

При повышении температуры допускаемое давление снижается в различ- ной степени в зависимости от материала деталей корпуса, который в основном и определяет прочностные свойства арматуры.

Снижение рабочего давления по сравнению с условным определяется ря- дом температурных ступени и соответствующими им поправочными коэффици- ентами:

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 за- висимости от материала корпуса:

из углеродистой стали - до 425 0С из ковкого чугуна марки КЧ - до 300 0С из серого чугуна марки СЧ - до 225 0С из латуни и бронзы - до 200 0С

Арматура для высоких температур предназначена для работы на потоках с температурой 450 - 600 0С. Она изготавливается из специальных сталей.

Арматура жаропрочная предназначена для работы на потоках с темпера- турой более 6000С. Она изготавливается из сп5ециальных жаростойких легиро- ванных сталей.

Арматура для холодильной техники должна работать надежно в зоне от- рицательных температур до -1530С.

Криогенная ТА предназначена для работы в условиях глубокого холода при температурах ниже -153 0С.

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 Dy.

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 Dyдо 5,0 мм включитель- но. Это как правило специальная или лабораторная арматура. В практике строи- тельства 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, химичекое оборудование и т.д. Присоединительные концы часто под штуцер или имеют готовый штуцер под шланг.

К группе малых размеров относится ТА с Dyот 6 до 40 мм включительно. Эта арматура применяется очень широко в ситемах 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 Dyот 50 до 300 мм включи- тельно. 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. Ши- роко применяется арматура такого размера в котельных, ТЭЦ, технологических установках различного профиля. Изготавливается из чугуна, стали углероди- стой или легированной в зависимости от назначения.

К группе больших диаметров относится ТА с Dyот 350 до 1200 мм вклю- чительно. Это арматура устанавливается на магистральных трубопроводах или крупных трубопроводах тепловых станций, станций водоснабжения и канализа- ции.

К группе сверхбольших диаметров относится ТА с Dyот 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 арма- тура замещает в трубопроводе. Строительные длины унифицированы для кла- панов 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 проектиро- вания, чтобы правильно определить габариты, занимаемые арматурой. Игнори- рование этих параметров может привести к тому, что арматура не поместится в отведенном для нее месте.

По конструкция 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 арма- туре наносят внутреннюю трубную резьбу соответствующего диаметра, а сна- ружи 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 600, а 550. Мелкий шаг означает, что шаг резьбы и высота зубьев не зависят от диаметра трубопро- вода. 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, на- резкой, причем нарезка может быть произведена простыми приспособлениями в условиях мелкой мастерской и даже дома. Муфтовое соединение легко и доста- точно надежно герметизируется льняной прядью или лентой ФУМ. Для муфто- вого соединения трубопровода и арматуры не требуются дополнительные кре- пежные детали.

Вместе с тем этому виду соединения присущи и недостатки. Самый глав- ный заключается в том, что вследствие нарезки резьбы уменьшается толщина стенки трубы, что приводит к снижению прочности и долговечности соедине- ния. 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 бо- лее 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 со- единения, возможность многократной разборки и соединения.

Вместе с тем расход металла на фланцы весьма значительный, а трудоем- кость их изготовления достаточно высока. При увеличении диаметра трубопро- вода толщина и масса фланцев существенно возрастают, что увеличивает рас- ход 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 распро- страненного листового металла толщиной 8 - 15 мм, то фланцы больших разме- ров должны изготавливаться из дефицитного толстолистового металла или круглого профиля большого диаметра, что удорожает их изготовление. Для из- готовления фланцев больших размеров требуются крупногабаритные токарные станки, что редко бывает в условиях рядового предприятия. При токарных ра- ботах много металла идет в отходы. С увеличением диаметра трубопровода воз- растает усилие на фланцы и повышается вероятность разрыва и выдавливания прокладки.

Типы применяемых фланцев зависят от условного диаметра и рабочего давления среды.Существует много типов фланцем, отметим здесь лишь основ- ные:

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 пло- скими 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 поверхно- сти фланца, затрудняет ее центровку в соединении. При наличии плоских флан- цев следует использовать упругие прокладки с малой жесткостью. Наличие ца-

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

Плоские фланцы с соединительным выступом обычно бывают заво- дского 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 поверх- ности, что облегчает центрирование прокладки. На уплотнительной поверхно- сти фланца может наноситься ряд концентрических неглубоких треугольных канавок, что резко увеличивает его герметичность. При давлении на прокладку в момент стягивания фланцевого соединения материал прокладки деформирует- ся, достигнув предела текучести, и заполняет собой углубления канавок, пре- пятствуя образованию непрерывных радиальных щелей в месте царапин по- верхности.

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

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 отростки трубы, концы которых подготовлены под сварку - выровнена и за- шлифована поверхность, снята требуемая фаска. При монтаже такие присоеди- нительные патрубки просто привариваются к трубопроводу.

Как указывалось выше, размеры присоединительных концов для муфто- вой 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 важ- но на трубопроводе установить именно такой фланец, который имеется на арма- туре. Диаметры самих фланцев, размеры прокладок, размеры и количество от- верстий под болты на фланцах приводятся в специальной литературе: справоч- никах проектировщика, справочниках по трубопроводной арматуре, каталогах арматуры. В некоторых случаях, когда не удается найти описание фланца для арматуры, единственным способом является натурный обмер фланца арматуры и изготовление ответного фланца по эскизным чертежам.

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ АРМАТУРЫ

Материалы, применяемые в ТА, можно по назначению разделить на сле- дующие группы:

корпусные

уплотнительные

прокладочные

герметизирующие (набивные)

смазки

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

Уплотнительные материалы используются в ТА для создания и уплотни- тельных поверхностей седла и затвора. Требования к ним в различной арматуре очень противоречивы и разнообразны. Они должны обладать упругостью, хо- рошо шлифоваться, иметь неплохие антифрикционные свойства.

Прокладочные материалы применяются для изготовления уплотнитель- ных прокладок. Они должны иметь низкую стоимость, легко обрабатываться, изготавливаться в виде листов, выдерживать температурные воздействия, про- тивостоять воздействию агрессивных жидкостей, обладать упругостью и теку- честью.

Герметизирующие материалы применяются для герметизации узлов про- хода шпинделя или штока через крышку корпуса. Они должны обладать упру- гостью, гидрофобностью, термостойкостью, долговечностью, низкой стоимо- стью.

Смазки применяются для уменьшения трения в подвижных деталях арма- туры. В некоторых случаях смазки применяются для уменьшения трения про- кладочных материалов в момент монтажа арматуры. Они должны обладать тер- мостойкостью, низким коэффициентом трения, технологичностью нанасения.

Корпусные материалы

Чугун представляет из себя железо с повышенным содержанием углерода. Чугун - тяжелый металл серого цвета. Как конструкционный материал исполь- зуется очень широко, обладает высокой твердостью, достаточно низкой стоимо- стью и хорошими литейными свойствами. В отличие от низкоуглеродистой ста- ли обладает высокой коррозионной стойкостью, что резко повышает долговеч- ность 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 обра- щаться достаточно аккуратно: не подвергать ее ударам, при навертывании резь- бы не прилагать чрезмерных усилий, не допускать замерзания воды в корпусе арматуры в зимнее время.

Существует несколько видов чугуна, используемых для изготовления кор- пусов арматуры: серый чугун, ковкий чугун, высокопрочный чугун. Серый чу- гун наиболее хрупкий. Ковкий чугун хотя и не может коваться, однако его вяз- кость и прочность выше, а хрупкость меньше. Высокопрочный чугун занимает промежуточное место между сталью и серым чугуном, из всех чугунов он наи- менее хрупкий.

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

Существует несколько видов чугуна, используемых для изготовления кор- пусов арматуры: серый чугун, ковкий чугун, высокопрочный чугун.

Сталь представляет из себя железо с низким содержанием углерода. Это очень распространенный конструкционный материал, благодаря хорошим ли- тейным 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, повы- шаются коррозионная стойкость и твердость. Как правило, легирование осуще- ствляется добавками хрома, марганца, ванадия, кобальта и других металлов. К легированным сталям относится нержавеющая сталь, обладающая повышен- ной 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 ферромагнит- ными свойствами.

Латунь представляет из себя сплав меди и цинка с небольшими добавками других металлов, используется для арматуры, работающей при температуре ме- нее 250 0С. Латунь - очень пластичный металл, обладает хорошими литейными свойствами, хорошо подвергается механической обработке, отлично шлифуется и полируется, что при необходимости позволяет получить очень высокое каче- ство поверхности. Из латуни в технике изготавливают корпуса различных изде- лий, включая точные приборы и механизмы. Высокое качество шлифовки по-

зволяет изготавливать уплотнительные поверхности седла прямо на корпусе ар- матуры без нанесения слоя другого металла. Латунь по сравнению со сталью значительно лучше противостоит коррозии в присутствии воды и водяных па- ров.

Стоимость латуни, как и любого другого цветного металла, выше стоимо- сти 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 обрабатыва- ется. В отличие от латуни бронза при точении образует не витую стружку, а мелко крошится, однако качество поверхности после обработки высокое. Ли- тейные свойства бронзы человек узнал очень давно. Стоимость бронзы, как и латуни, достаточно высока, она тоже применяется для арматуры малых разме- ров. Из бронзы на стальной арматуре изготавливают уплотнительные кольца.

Алюминиевые сплавы применяются для специальной арматуры малых размеров, работающей при температурах до 100 0С. 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 0С, однако он теряет проч- ность при значительно меньших температурах. При температурах около 600 0С алюминий и его сплавы становятся хрупкими, и их можно истолочь в порошок.

Коррозионная стойкость алюминия достаточно высока благодаря наличию за- щитной 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 проти- востоят действию морской воды, сохраняют прочность и пластичность при низ- ких температурах. В интервале температур от -271 0С до +600 0С свойства ни- келя практически не изменяются, что позволяет использовать его и в криоген- ной 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 во-

де.

Титан - серебристо белый легкий металл, имеет высокую температуру плавления, применяется в авиации, а так же в технике как металл, хорошо про- тивостоящий 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, по- этому арматура общепромышленного назначения из него не изготавливается.

Фарфор - керамический материал. Как большинство керамик, фарфор об- ладает высокой химической стойкостью, отсутствием коррозии, поэтому при- меняется для изготовления химической арматуры. Недостатком фарфора явля- ется хрупкость и малая прочность на изгиб и растяжение, на сжатие фарфор ра- ботает 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 нашливинипласт (поливинилхлорид, полихлорвинил) и полиэти- лен. Пластмассы обладают очень высокой химической стойкостью, что позво- ляет изготавливать из них химическую арматуру. Стоимость пластмасс невысо- ка, поэтому в последнее время появилась арматура малых диаметров общего на- значения, 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 морозостой- кость, что не позволяет использоваь арматуру из него в уличных условиях.

Уплотнительные материалы

Уплотнительные материалы применяются в том случае, когда материал корпуса арматуры не позволяет получить удовлетворительное качество уплот- нительной 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 на- плавки 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 вентилей, клапанов и другой арматуры малого диаметра, где усилия на поверхности не слишком велики, часто выпол- няют из неметаллических материалов - пластмассы, резины, кожи. Для армату- ры крупных размеров неметаллические материалы не применяют.

Прокладочные материалы.

Прокладочные материалы применяют для уплотнения как мест соединения крышки и корпуса арматуры, так и мест соединения арматуры с ттрубопрово- дом, 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 прочно- стью. Резиновые уплотнитель ные прокладки могут вырезаться или штампо- ваться из листовой резины, или формоваться в процессе вулканизации. Обычная резина выдерживает температуры до 50 0С , а специальная теплостойкая до 140 0С. Резина горюча и не должна применяться при повышенных температурах. Ре- зиновые прокладки в зависимости от сорта резины обладают средней или высо- кой степенью релаксации, то есть способностью восстанавливать свою форму

после снятия нагрузки. Это позволяет в некоторых случаях использовать про- кладку повторно после разборки соединения.

Картон целлюлозный применяется для воды и пара низкого давления и может работать при температурах не более 120 0C и давлении не более 0.6 Мпа. Пре- имуществом этого материала является низкая стоимость и простота обработки. Он хорошо уплотняется, обладает малой релаксацией, то есть не восстанавлива- ет 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, рых- лый материал, обладает плохими антифрикционными свойствами. Для улучше- ния фрикционных свойств прокладочный материал из асбеста часто графити- руют, то есть посыпают или натирают порошковым графитом, который является хорошим смазочным материалом.

Листовой паранит представляет из себя продукт вулканизации смеси ас- бестовых волокон (60-70%), растворителя, каучука (12-15%), минеральных на- полнителей (15-18%) и серы (1.2-8.0%) и последующего вальцевания под боль- шим давлением.

Паранит является универсальным прокладочным материалом. При давлении выше 320 МПа он начинает течь, то есть достигается предел текучести, в ре- зультате чего все неплотности в соединении заполняются материалом и обеспе- чивается герметичность соединения. Толщина прокладки должна быть мини- мальной, однако достаточной для заполнения канавок и неровностей. При уве- личении толщины прокладки повышается вероятность ее выдавливания, поэто- му 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 присменяются как штатный прокладочный материал. Как правило, используются прокладки из цветных металлов. Недос- татком является невозможность самостоятельного изготовления такой проклад- ки, а так же большая релаксация напряжений.

Льняная прядь используется для уплотнения резьбовых соединений. Ре- ред применение льняная прядь должна смазывается 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 ра- зобрано через много лет.

Льняная прядь обладает хорошей упругостью, сто 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.

Герметизирующие материалы

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

Сальниковая набивка применяется очень широко благодаря простоте за- мены, низкой стоимости, широкому выбору материалов. Для набивки применя- ют различные материалы:

хлопчатобумажные материалы

пенька

асбестовый шнур

графит

тальк

стекловолокно

фторпласт

Наиболее предпочтительно создание набивки из ранее отформованных ко- лец. Кольца набивки должны укладываться так, чтобы разрез предыдущего кольца перекрывался следующим кольцом. Сальниковая набивка из хлопчато- бумажных материалов, пеньки и асбеста выпускается в виде шнура прямо- угольного сечения.

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

Смазки

По назначению смазки , используемые в арматуре, подразделяются на сле- дующие группы:

антифрикционные

защитные

уплотняющие

Смазки делятся на группы в зависимости от рабочей температуры. В ос- новном применяют смазки на основе нефтепродуктов, при высоких температу- рах в состав смазки входит коллоидный или чешуйчатый графит, однако в при- сутствии воды и кислорода графит работает как образивный материал. Перспек- тивно применение кремний-органических жидкостей.

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 цифровго и буквенног 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

- клапан обратный подъемный и приемный с сеткой

- 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

- механический с цилиндрической передачей

- механический с конической передачей

- пневматический

- гидравлический

- электромагнитный

- 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 обозна- чение

гм - гуммирование эм - эмалирование

п - футерование пластмассой

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ АРМАТУРЫ

Графические обозначения различных типов арматуры на чертежах регла- ментируются ГОСТами. Ниже приводится список обозначений для наиболее распространенных видоварматуры.

Таблица 8.1

Условные графические обозначения трубопроводной арматуры на гидравлических и пневматических схемах