

Трубопроводы



ТРУБОПРОВОДЫ

В производствах органического синтеза главным образом приходится иметь дело с жидкостями и газами.

Транспортировка осуществляется по трубопроводам, которые используют для передачи продуктов от:

- 1) аппарата к аппарату
- 2) от цеха к цеху
- 3) от завода к заводу

Обычно продукты, поступающие в ж/д цистернах на заводском приемном пункте перекачивают в емкости и уже из нее по трубопроводам разводятся по цехам и аппаратам.




Большое значение трубопроводов как средств транспортировки объясняется:

- Отсутствием ручного труда
- Легкостью регулирования расхода
- Возможность автоматизации подачи

Материал.

Руководствуются из тех же соображений , что и при выборе материала аппарата, т.е.

- с учетом агрессивности среды,
 - термической стойкости в случае передачи нагретых или охлажденных продуктов,
 - прочностях при растяжении, при повышении давления,
 - прочности на сжатие при вакууме внутри труб.
- 

РАСПОЛОЖЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

- Вне зданий – на эстакадах.
- Внутри зданий подвешивать на стены.

Все трубопроводы, как правило, в самых нижних точках снабжены отводными линиями для конденсата, а в верхних – «воздушками».

Для ликвидации деформаций при перепадах t^0 трубопроводы снабжаются компенсаторами - Ω

В производствах ТООНС возможно образование статического электричества. Оно возникает при движении по трубопроводам спиртов, эфиров, альдегидов, при переливании из сосуда в сосуд жидкостей, обладающих диэлектрическими свойствами.

Следует применять меры для предотвращения накопления статического электричества.

Прокладки: картон прокладочный, пропитанный в олифе, асбест, паронит, резина.

Расчет трубопроводов.

Определение диаметра по уравнению расхода.

$$V = 3600 \frac{\pi D^2}{4} \omega$$

$$d = \frac{\sqrt{4Q}}{3600 * \omega \pi} = 0,02 \sqrt{\frac{Q}{\omega}}$$

Ориентировочные скорости w :

- для воды 2 м/с
- вязких жидкостей 0.5-0.8 м/с
- насыщенного пара 20-35 м/с
- перегретого пара до 60 м/с



ТРУБЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ

Перемещение газов и жидкостей осуществляется в основном по трубопроводам.

Поток вещества внутри трубопровода создается за счет *разности давлений на концах трубопровода.*

По назначению трубопроводы подразделяются на:

- Внутрицеховые
- Общезаводские

Внутрицеховые трубопроводы обеспечивают перемещение продуктов внутри данной технологической схемы, связывая между собой отдельные аппараты



Общезаводские трубопроводы

С помощью таких трубопроводов жидкости и газы передаются из одного цеха к другому, сырье и греющий пар подводятся к местам потребления.

Перемещение нефти и газа на большие расстояния осуществляются с помощью *магистральных трубопроводов*, протяженность которых может достигать нескольких тысяч километров.



УСТРОЙСТВО ТРУБОПРОВОДОВ.

К частям трубопроводных систем относятся:

- трубы и их фасонные части,
- детали для создания и крепления трубопроводов,
- компенсаторы температурных удлинений,
- трубопроводная арматура.

Трубы – основная часть трубопроводов.

Их изготавливают из стали, чугуна, цветных металлов, стекла, керамики, фарфора, пластмасс, т.е. практически из всех конструкционных материалов химического машиностроения.

Наиболее широко применяют стальные трубы.



Стальные трубы.

Их делают сварными и бесшовными.

Сварные трубы

- водогазопроводные (газовые)
- электросварные – имеют продольный или спиральный шов, поэтому они менее надежны в работе.

Водогазопроводные трубы применяют для воды, сжатого воздуха, газа, пара низкого давления и других нейтральных и невзрывоопасных сред при t^0 от (-16) до (+20 ^0C).

Их выпускают для давления до 1 МПа(обыкновенные) и до 1,6 МПа(усиленные). Электросварные трубы имеют более широкие пределы применения.



Бесшовные трубы - не имеют сварного шва, поэтому более надежны.

- их применяют для самых различных целей в весьма широком диапазоне $^{\circ}t$ и P ;
- используют для транспортировки разнообразных продуктов, в том числе ядовитых, взрывоопасных и коррозирующих веществ при $^{\circ}t$ от (-180) до (+800) и давлении до 200 МПа.
- широко применяются для изготовления частей аппаратуры-штуцеров, трубных пучков, теплообменников и др.

Изготавливают из сталей различных марок 10 и 20 в случае необходимости применяют трубы из легированных сталей 12МХ, 15ХМ, Х5М или из сталей высоколегированных кислотостойких и жаропрочных сталей 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т и др.

Базовый размер у стальных труб- наружный диаметр, поэтому внутренний изменяется в зависимости от толщины стенки.



Чугунные трубы

Чугунные канализационные трубы не рассчитаны для работы под давлением, они предназначены для передачи жидкости самотеком.

Чугунные водопроводные трубы рассчитаны на давление до 1,0 МПа(обыкновенные) и до 1,6 МПа (усиленные).

Их выпускают $d = 50-1000$ мм.

Трубы из кремнистых чугунов - ферросилида и антихлорида-изготавливают диаметром от 32-300 мм.

Они предназначаются для транспортировки кислот при давлении до 0,25 МПа.



Медные и латунные трубы

Их выпускают диаметром до 360 мм.

Применяются:

в технике глубокого холода,

в промышленности органического синтеза

в пищевой промышленности.

При температуре выше 250°C эти трубы для работы под давлением применять не рекомендуется.

Латунные трубы в химической промышленности находят ограниченное применение.



Алюминиевые трубы

Их широко применяют для транспортировки азотной, уксусной кислоты и некоторых других агрессивных продуктов, для работы под давлением при t^0 до 160^0C .

Свинцовые трубы

Несколько лет назад они были почти единственным средством для транспортировки слабых растворов H_2SO_4 и других кислых сред.

В настоящее время они почти полностью заменены пластмассовыми трубами.



Керамические трубы

Во многих случаях при транспортировке агрессивных веществ их с успехом применяют вместо труб из цветных металлов и кислотостойких сталей.

Керамиковые канализационные трубы (безнапорные) изготавливают внутренним диаметром от 125-600 мм.

Их применяют для уличных сетей канализации, а так же для внутрицеховой канализации, предназначенной для удаления агрессивных жидкостей.

Керамиковые кислотоупорные трубы рассчитаны на внутреннее давление до 0,25 МПа.

Они предназначены для передачи корродирующих жидкостей при t^0 до 130 ^0C .

Их выпускают d до 300 мм с буртами под свободные фланцы или с раструбами.

Стеклянные трубы

Применяют:

в пищевой и фармацевтической промышленности,
в отдельных отраслях химической промышленности,
устанавливая там, где требуется особая чистота продуктов и
оптический контроль за перемещаемыми веществами.

Напорные стеклянные трубы изготавливают двух классов:

- Трубы класса Ст 8 - должны выдерживать внутреннее рабочее давление 0,8 МПа .
- Трубы класса Ст 4 – давление 0,4 МПа

Стеклянные трубопроводы допускают резкий t^0 -перепад 40 °С при нагревании и 30 °С при охлаждении.

Фарфоровые трубы

В химической промышленности их применяют мало и используют лишь в тех случаях, когда требуется особая чистота продуктов.

Из пластмассовых труб наиболее распространены трубы из винипласта, фаолита и полиэтилена.



Пластмассовые трубы

Из таких труб наиболее распространены трубы из

- винипласта,
- фаолита
- полиэтилена.

Винипластовые трубы.

Их изготавливают с внутренним \varnothing до 150 мм. Температурные пределы их применения до 50 °С.

Эти трубы при незначительном нагреве хорошо гнутся и отбортовываются.

Применение: для транспортирования различных кислот и щелочей, за исключением H_2SO_4 конц. и сильных окислителей.

Трубы из полиэтилена

По своим свойствам и применению они близки к винипластовым. Полиэтилен по сравнению с винипластом обладает более высокой ударной прочностью.

Трубы из фаолита

Их выпускают \varnothing до 200 мм. Они рассчитаны на максимальное давление до 1МПа и рабочую температуру до 100-110 °С.

Применение для транспортирования продуктов как внутри цеха, так и для межцеховых коммуникаций.



Трубы из фторопласта.

Находят ограниченное применение из-за трудности его обработки.

Весьма перспективны трубы с защитным стальным покрытием, т.к. при этом механическая прочность стальной трубы сочетается с антикоррозионными свойствами покрытия.

Наиболее широко применяют гуммированные трубы и трубы, защищенные полиэтиленом. Их применяют при t до 65-70 °С. Они допускают вакуум не более 0,03 МПа. Допускаемое значение внутреннего давления определяется прочностью стальной трубы.

В настоящее время осваиваются трубы, защищенные изнутри эмалью, фторопластом, пентапластом и др. полимерными материалами.



СОЕДИНЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

В зависимости от материала труб, их диаметра и давления в трубопроводе используют различные типы соединений.

Соединения трубопроводов подразделяются на

- ❖ разъемные
- ❖ неразъемные



РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

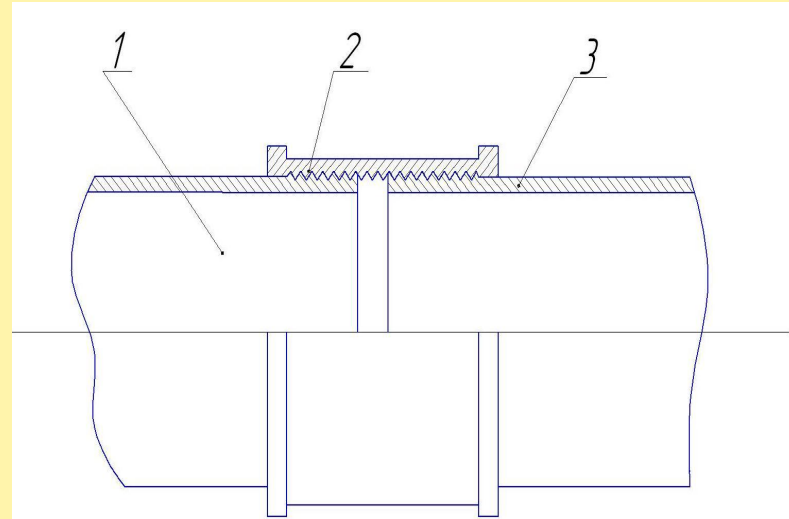
Применяются на стальных, пластмассовых и других трубопроводах в тех случаях, когда необходимо периодически производить их осмотр, очистку или замену.

В зависимости от материала основного трубопровода, диаметра труб и давления используются различные конструкции разъемных соединений.



На стальных трубопроводах небольших диаметров применяют муфтовое соединение труб рис1 , на концах которых имеется резьба.

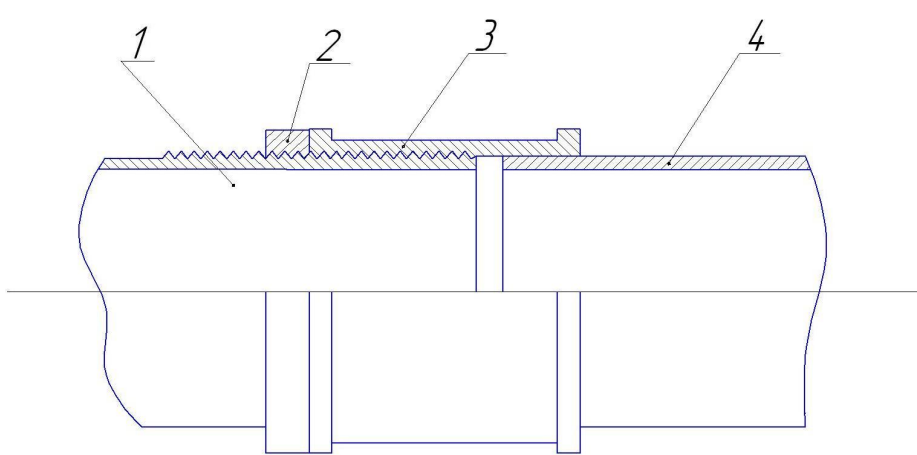
Такое соединение весьма просто в исполнении, но неудобно в тех случаях, когда из-за недостатка места невозможно вращать одну из труб и закручивать её в муфту.



*Рис. 1 – Муфтовое соединение труб с резьбой
1-труба II
2-соединительная муфта
3-труба I*



В этих случаях применяют муфтовое соединение с контргайкой и удлиненной резьбой на одной из труб, называемое стоном рис 2



*Рис. 2 – Муфтовое соединение труб
с контргайкой и удлиненной резьбой на одной
из труб
1-труба II
2-контргайка
3-соединительная муфта
4-труба I*



Широкое применение практически для всех типов и размеров труб имеет фланцевое соединение.

Фланцы 3 и 4 приварены к концам соединяемых труб. Между фланцами помещают прокладку 1, изготовленную из упругого мягкого материала – резины, клингерита, асбеста и др.

Плотность соединения достигается стягиванием фланцев болтами 2.

Фланцы могут присоединяться к концам труб также с помощью резьбы либо путем отбортовки концов труб.

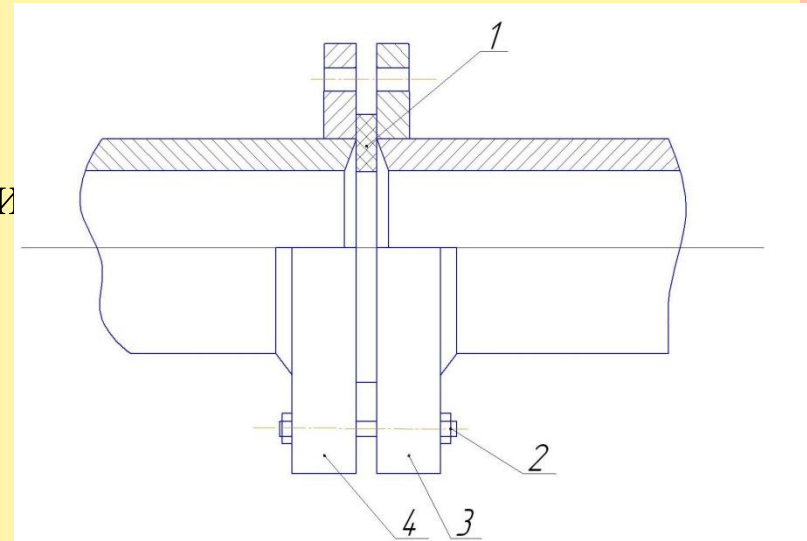


Рис. 3 – Фланцевое соединение
1-прокладка
2-болты
3-фланец I
4-фланец II

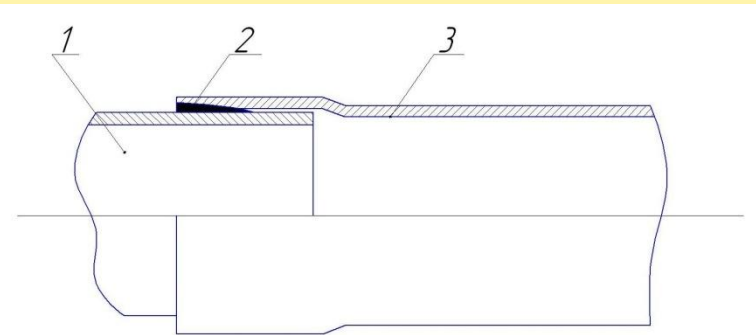


К соединениям, которые можно рассматривать как разъемные, условно относят трубные соединения, применяемые для соединения чугунных или керамических труб рис 4.

Концы таких труб имеют различную конфигурацию.

Гладкий конец 1 с буртиком такой трубы свободно заходит в раструб на конце другой трубы 3.

Раструб уплотняют набивочным материалом 2, заполняют цементным раствором и заливают свинцом, битумом или расплавленной серой в результате чего достигается герметичность соединений



*Рис. 4 – Раструбное соединение
чугунных труб*

1-труба I

2-цементный раствор

3-труба II с раструбом

Неразъемные соединения

Такие соединения дешевле и проще в изготовление, чем разъемные, но применяются только в тех случаях, когда не требуется разработка трубопровода.

Стальные трубопроводы всех видов в этом случае соединяются сваркой.



Трубопроводная арматура

Конструирование арматуры

Арматура - устройство, предназначенные для управления потоками жидкостей и газов, движущихся по трубопроводам.

В зависимости от назначения различают арматуру:

1. запорную – предназначенную для полного прекращения потока.
2. регулирующую – предназначенную для регулирования расхода или давления передаваемой среды.
3. клапаны предохранительные и перепускные – служащие для выпуска избытка среды при повышении давления и обратные, назначение которых – не допускать движение среды в обратном направлении.
4. специальную арматуру – указатели уровня, конденсатоотводчики, пробко-спускные краны и др.



Кроме того трубопроводную арматуру классифицируют по передаваемой среде или конструктивным материалам.

В зависимости от способов присоединения к трубопроводу различают арматуру:

- фланцевую
- резьбовую
- с концами под сварку

По способу приведения в действие различают:

- приводную с ручным или с механическим приводом
- самодействующую, приводимую в действие перемещаемой средой.

Основные параметры арматуры – условный диаметр прохода D_y и условное давление P_y .



1. ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА

Она наиболее широко применяется.

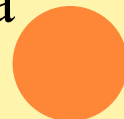
В зависимости от принципа действия и формы запорного устройства различаются:

- вентили,
- краны,
- задвижки.

В *вентилях* рабочими элементами являются клапаны, совершающий возвратно-поступательное движение.

В *кранах* перекрытие потока осуществляется при повороте пробки с отверстием.

В *задвижке* запираение происходит при выдвигание диска поперек потока.



ВЕНТИЛИ

Это наиболее распространенная арматура.

Ее применяют для самых различных сред в широком диапазоне давлений и t° .

У вентиля сравнительно небольшой ход клапана, необходимый для полного его открытия (обычно достаточно поднять клапан на $\frac{1}{4}$ диаметра отверстия в клапане).

Недостаток вентиляей – значительное гидравлическое сопротивление. Их не следует применять при работе с загрязненными средствами.



В зависимости от направления движения среды различают вентили:

- прямые (проходные)
- угловые
- косые (прямоточные)

Наиболее распространенный прямой вентиль. Он состоит из литого корпуса, крышки, через которую проходит шпindel, уплотненный в крышке с помощью сальника.



Угловые вентили имеют меньшее гидравлическое сопротивление, но они могут быть установлены только на поворотных участках трубопровода.

Косые (прямоточные) вентиля применяются в тех случаях, когда хотят снизить гидравлическое сопротивление движению среды.

Они имеют шпиндель, расположенный наклонно под углом 45° у основной оси.

Вентили конструируют и устанавливают так, чтобы движение среды происходило «под клапан», обратное направление нежелательно.



КРАНЫ

Рабочим элементом крана является притертая пробка со сквозным отверстием.

Наиболее широко применяют пробки конической формы.

По способу прижима пробки к гнезду различают:

- сальниковые
- натяжные краны.

В сальниковых имеется крышка, затягивающая сальниковую набивку и одновременно прижимающая пробку к гнезду.

Сальник обеспечивает уплотнение в месте выхода оси пробки.

В натяжных кранах уплотнение обеспечивается натяжкой гайки на конец пробки.

Натяжные краны не обеспечивают хорошей герметичности, поэтому их применяют только при низких давлениях на линии малого диаметра.

Для передачи застывающих и кристаллизующих продуктов применяются *краны с обогревом*.

Краны изготавливаются из бронзы и чугуна.

Для химически активных средств применяются из алюминия и чугунные, защищенные фаолитом или резинкой.

Имеются краны из кислотостойкой стали с фторопластовой пробкой.

На линиях стеклянного и керамического трубопровода применяются стеклянные и керамические краны.

На выступающем конце пробки крана должна быть полоса риска, совпадающая по направлению с отверстием в пробки, что дает возможность определить открыт кран или закрыт.

В настоящее время начали применять краны с шаровой пробкой, которые обеспечивают высокую герметичность при большом условном проходе.



Преимущество кранов

- малое гидравлическое сопротивление,
- возможность прочистки трубопровода через открытый кран.

Недостаток

- плохая герметичность, особенно при повышенных давлениях
- трудность регулирования расхода жидкости.

При повороте пробки проход перекрывается мгновенно, что может быть причиной гидравлического удара на линиях, где жидкость движется с большой скоростью. Поэтому на линиях водопровода краны устанавливать нельзя.

Их применяют на линиях сжатого воздуха, вакуума, кислот щелочей для транспортирования вязких, сильно загрязненных жидкостей.



Задвижки

Их используют для трубопроводов диаметром от 50 до 2000 мм. Перекрытие в задвижках осуществляется за счет диска, перегораживающего поток.

Задвижки имеют малое гидравлическое сопротивление, поэтому их применяют в основном на магистральных линиях воды, газа, сжатого воздуха и нефтепродуктов.

На продуктовых трубопроводах химической промышленности их применяют сравнительно редко.

Недостатки задвижек

- громоздкость,
- сложность антикоррозионной защиты,
- трудность обработки уплотняющих поверхностей.



Задвижки бывают:

- параллельные
- клиновые.

В клиновых задвижках уплотняющие кольца корпуса расположены под углом, диск имеет поперечное сечение форму клина и при закрытие плотно прижимается к кольцам.

В параллельных задвижках уплотнительные кольца расположены параллельно, а диск состоит из двух тарелок, между которыми помещается клин. При опускание диска клин распирает тарелки и прижимает их к уплотняющим кольцам.

Задвижки изготавливаются из чугуна, стали и цветных металлов. Если они имеют большой диаметр и работают при невысоких давлениях, то их делают сварными.

Поперечное сечение корпуса задвижки имеет вид прямоугольника, овала и круга. Для увеличения жесткости корпуса больших задвижек их снабжают ребрами.



2. РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА

С ее помощью поддерживаются в заданных пределах параметры технологического процесса.

Обычно такая арматура является частью системы автоматического регулирования, но иногда она работает как самостоятельное устройство.

Регулирование может быть:

- ручным
- автоматическим.

для ручного регулирования применяют дроссельные вентили, для автоматического регулирования - кланы, связанные с различными элементами автоматического управления.



Регулирующие клапана могут быть:

- нормально открытым (НО)
- нормально закрытым (НЗ).

Регуляторы уровня предназначены для поддержания постоянного уровня в резервуаре.

Они обычно состоят из поплавкового механизма, связанного с клапаном.

К регулирующей арматуре относятся также редуционные клапаны, служащие для давления среды и поддержания его на постоянном уровне.



3. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

К ней относятся:

- предохранительные клапаны,
- предохранительные мембраны,
- обратные клапаны.

Предохранительные клапаны служат для предотвращения недопустимого превышения давления в аппаратах и трубопроводах.

При давлении выше установленной нормы клапан открывается и сбрасывает часть пара (газа) в атмосферу или в специальную выхлопную линию.

Поскольку поступление рабочей среды в аппарат не прекращается, пропускная способность клапана должна быть не меньше возможного поступления среды.



- В зависимости от способа уравнивания давления различают клапаны:
 - рычажные (грузовые)
 - пружинные

- Клапаны подразделяют в зависимости от количества тарелок на:
 - одинарные
 - двойные

- Также в зависимости от высоты подъема клапаны делятся на:
 - малоподъемные, у которых высота подъема тарелок $\leq 0,05$ диаметра седла,
 - полноподъемные, имеющие высоту подъема $\geq 0,25$ диаметра седла.

Малоподъемные клапаны применяются в тех случаях, когда безопасность работы установки обеспечивается небольшим количеством сбрасываемой среды;

Полноподъемные - в тех случаях когда необходим большой сброс среды.

Пружинные клапаны более компактны по сравнению с грузовым, однако усилие пружины (а следовательно, и настройка клапана) могут со временем изменяться, поэтому пружинный клапан менее надежен.

□ В зависимости от конструкции корпуса предохранительные клапаны могут быть:

- герметичными
- открытыми.

В герметичных клапанах сбрасываемая среда отводится в специальный трубопровод.

В открытых клапанах среда сбрасывается наружу. Их применяют для работы с безопасными средами (паром).



Разрывные предохранительные мембраны применяют в том случае, когда установка предохранительных клапанов по каким либо причинам не возможна - из-за образования отложений на клапане или из-за выделения больших объемов газа при взрыве.

Предохранительное мембранное устройство представляют собой комплект фланцев, между которыми зажата сама мембрана – тонкий лист из какого-либо металла или пластмасса.



Обратные клапаны служат для пропуска среды в одном направлении.

В зависимости от принципа действия различают клапаны:

- закрывающиеся за счет веса тарелки
- с пружинным прижимом.

Клапан, закрывающийся за счет веса тарелки, может быть установлен только на горизонтальных участках трубопровода.

Работа пружинного клапана не зависит от его расположения.



4. Специальная арматура

Наряду с перечисленными типами трубопроводной арматуры есть некоторые виды специальной:

- указатели уровня,
- пробно-спускательные краны,
- конденсатоотводчики,
- редукционные клапаны,
- смотровые фонари.

Указатели уровня применяются для наблюдения за уровнем жидкости в резервуарах и сосудах.

Для повышенных давлений применяются рамочные указатели с плоским водомерным стеклом.

Пробно-спускательные краны служат для проверки наличия жидкости в резервуарах и сосудах.



Конденсатоотводчики устанавливают на отводных линиях аппаратов, обогреваемых паром.

Их назначение – пропускать образующий конденсат и не пропускать пар.

Они работают при различном режиме давлений и температур, и их действие основано на различных физических законов.

Простейшее устройство для отвода конденсата – гидравлический затвор.

