

# Трубопроводы. Их устройство.



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.



# 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  $^0\text{C}$ ).

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  $250^{\circ}\text{C}$  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  $160^0\text{C}$ .

# Свинцовые трубы

Несколько лет назад они были почти единственным средством для транспортировки слабых растворов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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  $t^{\circ}$  до  $130^{\circ}\text{C}$ .

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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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

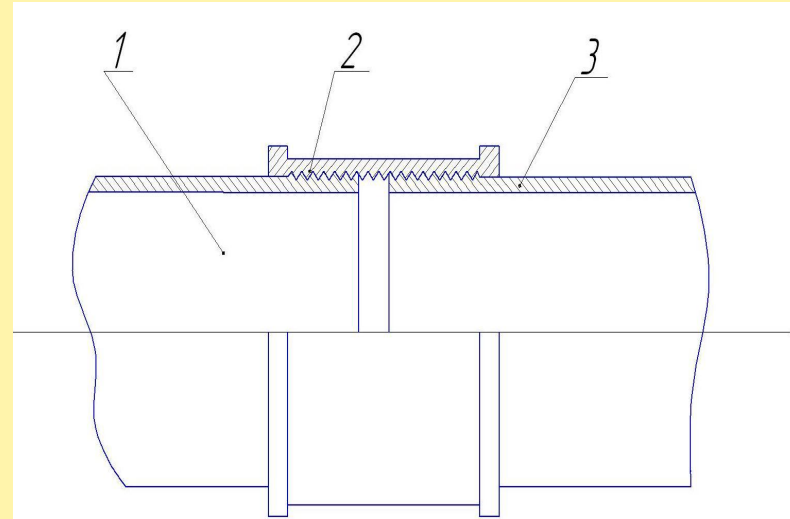
*Применяются* на стальных, пластмассовых и других трубопроводах в тех случаях, когда необходимо периодически производить их осмотр, очистку или замену.

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.

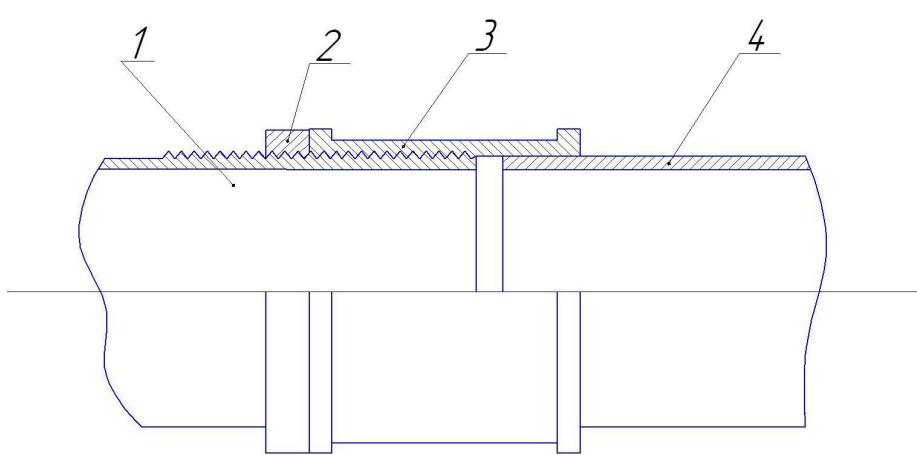
Такое соединение весьма просто в исполнении, но неудобно в тех случаях, когда из-за недостатка места невозможно вращать одну из труб и заворачивать её в муфту.



*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 сгоном 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.

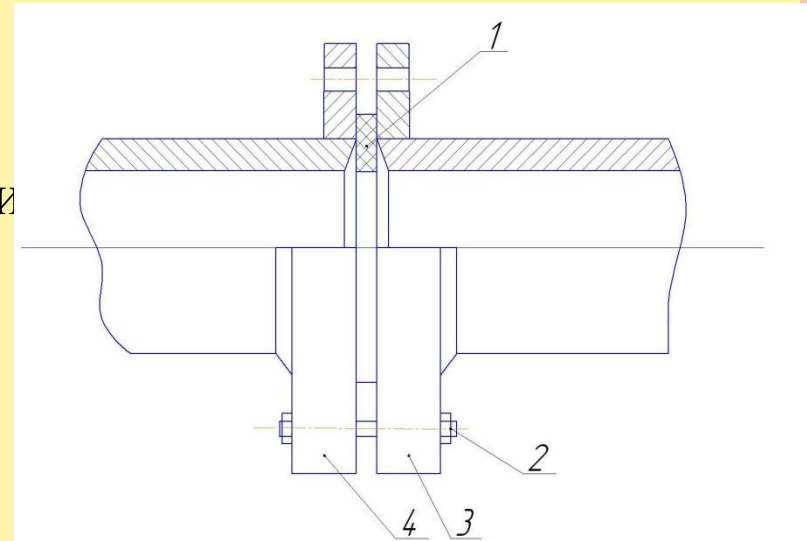


Рис. 3 – Фланцевое соединение  
1-прокладка  
2-болты  
3-фланец I  
4-фланец II

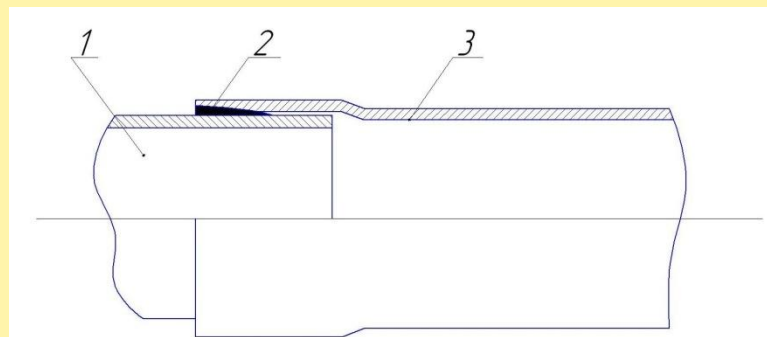


К соединениям, которые можно рассматривать как разъемные, условно относят трубные соединения, применяемые для соединения чугунных или керамических труб рис 4.

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

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

В *задвижке* запираение происходит при движении запирающего органа перпендикулярно потоку.



# Клапан

Это наиболее распространенная арматура.

Ее применяют для самых различных сред в широком диапазоне давлений и  $t^{\circ}$ .

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

*Недостаток*— значительное гидравлическое сопротивление. Их не следует применять при работе с загрязненными средствами.



В зависимости от направления движения среды различают клапаны:

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

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



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

Косые (прямоточные) применяются в тех случаях, когда хотят снизить гидравлическое сопротивление движению среды. Они имеют шпиндель, расположенный наклонно под углом  $45^\circ$  у основной оси.

*Клапаны 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 пробке, 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.





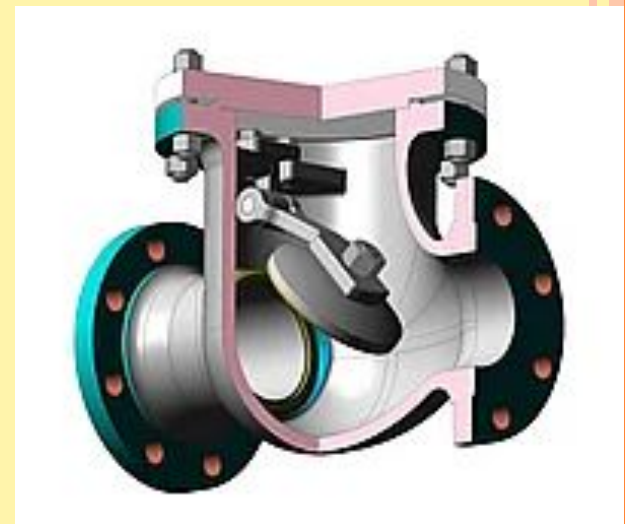
Обратные клапаны служат для пропуска среды в одном направлении.

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.

