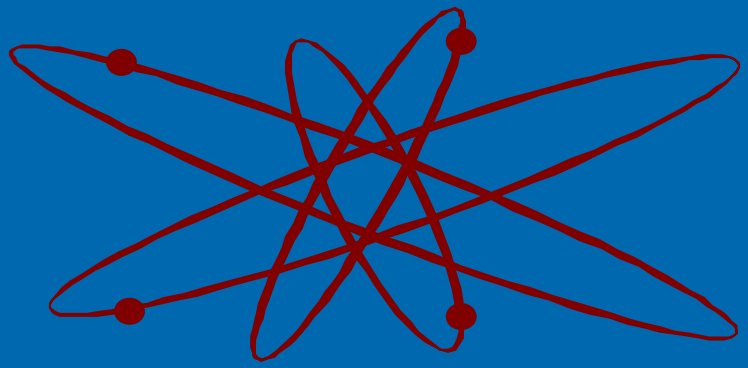
СНУЯЭиП



АРМАТУРА АЭС

Арматура АЭС

Управление тепловыми процессами, происходящими на АЭС, производится при помощи трубопроводной арматуры. Трубопроводная арматура, установленная на технологических трубопроводах, относится к одному из наиболее сложных элементов оборудования АЭС.

Арматура является неотъемлемой частью любого контура АЭС. С помощью арматуры проводятся операции по отключению части контура, регулированию расхода давления, уровня теплоносителя, контролю положения уровня, предотвращению повышения давления сверх допустимого, снижению давления до заданного значения, удаления конденсата из паропровода и т.д.

Выход из строя арматуры может повлечь за собой необходимость прекращения работы отдельной системы или прекращения работы самой АЭС, в связи с этим, надежность работы арматуры во многом определяет надежность работы атомной электростанции в целом.

Классификация арматуры

Арматура относится к исполнительным устройствам, с помощью которых осуществляется ручное или автоматическое управление теплогидравлическими процессами на АЭС.

Трубопроводной арматурой называется группа устройств, устанавливаемых на трубопроводах и емкостях для управления потоками (движением) рабочих сред.

По функциональному значению арматура подразделяется на:

- ***Запорную***, предназначенную для полного перекрытия потока среды и является арматурой двухпозиционного действия (открыто – закрыто). 80% по сравнению с арматурой других классов.
- ***Регулирующую***, служащую для регулирования параметров рабочей среды (температура, давление и т.п.) путем изменения ее расхода.

Классификация арматуры

- ***Предохранительную***, предназначенную для предотвращения аварийного повышения давления в обслуживаемой системе путем выпуска избыточного количества среды
- ***Защитную***, предназначенную для защиты оборудования от аварийных параметров среды путем отключения обслуживаемой линии или участка
- ***Фазоразделительную***, предназначенную для автоматического разделения различных фаз (вода – пар), к ней относятся конденсатоотводчики различного типа.

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

Предохранительной арматурой называется группа устройств, установленная на трубопроводах, котлах, агрегатах, емкостях и предназначена для предотвращения аварийного повышения давления в обслуживаемой системе или объекте путем автоматического выпуска избыточного количества рабочей среды из защищаемой системы.

Функциональное назначение предохранительной арматуры - **защита оборудования от избыточного давления.**

По конструктивным особенностям предохранительная арматура подразделяется на следующие виды:

- мембранные разрывные устройства (МРУ),
- предохранительные клапаны (ПК),
- импульсные предохранительные устройства (ИПУ).

Классификация арматуры

По способу перекрытия рабочих сред запорная арматура подразделяется на следующие типы:

- ***Задвижка (клиновая)*** – затвор перемещается перпендикулярно направлению потока среды
- ***Вентиль (клапан)*** – золотник (затвор) перемещается вдоль направления потока среды
- ***Кран*** – затвор, имеющий форму тела вращения (конус, цилиндр, шар), поворачивается вокруг своей оси
- ***Заслонка*** – затвор, имеющий форму диска, поворачивается вокруг оси, лежащей в плоскости затвора

Классификация арматуры

В зависимости от способа присоединения к трубопроводам арматура подразделяется на:

- ***Фланцевую***
- ***С патрубками присоединения под приварку***

Вся арматура высокого давления выполняется только как приварная.

По способу герметизации подвижного соединения шпинделя с крышкой арматуры относительно внешней среды различают:

- ***Сальниковую***
- ***Сильфонную*** Сильфон–многослойная тонкостенная гофрированная трубка.
- ***Мембранную***

По **конструкции корпуса** арматура подразделяется на:

- ***Проходную*** – среда не меняет своего направления
- ***Угловую*** – направление изменяется обычно на 90^0

В качестве материалов корпусных конструкций применяется сталь различных классов, чугун, цветные металлы, неметаллические конструкции

Параметры арматуры

Арматура каждого класса характеризуется следующими параметрами:

- ***Условный проход, Ду(мм)*** – номинальный внутренний диаметр трубопровода, к которому присоединяется арматура.
- ***Условное давление среды, Ру (МПа)*** – давление среды, соответствующее расчетному при стандартном изменении рабочих температур.
- ***Рабочее давление, Рр (МПа)*** – давление среды, при котором обеспечивается заданный режим эксплуатации арматуры.
- ***Пробное давление, Рпр (МПа)*** – давление, при котором производится гидравлическое испытание арматуры на прочность.

Рпр = Рр х 1.25

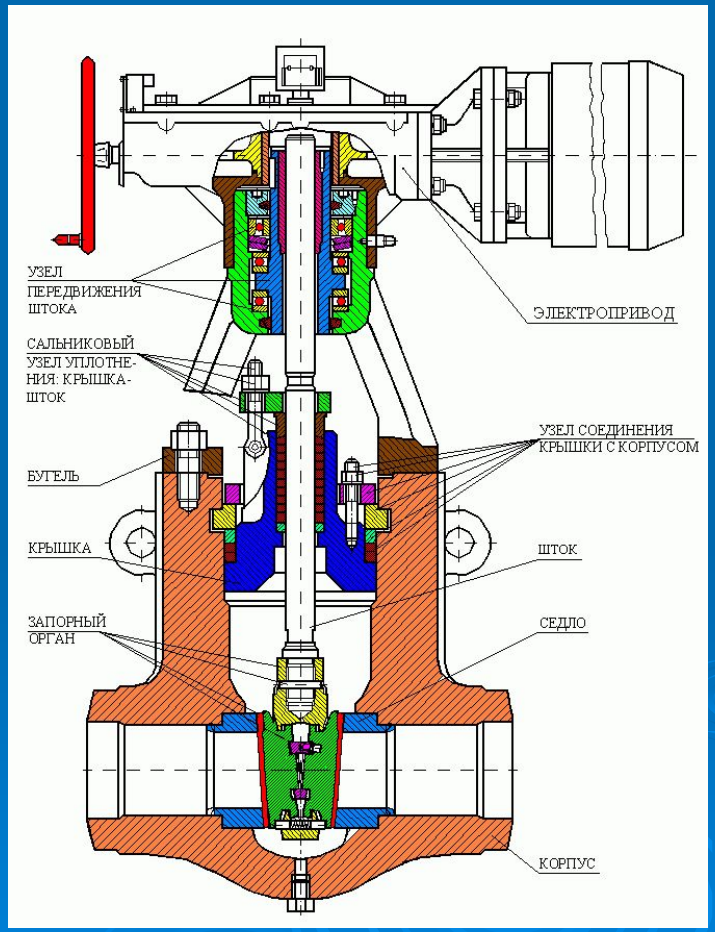
ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА

На технологических системах АЭС в качестве запорных устройств используются следующие виды трубопроводной арматуры:

- **задвижки**;
- **вентили**;
- **краны**;
- **заслонки.**

Задвижками называются конструкции арматуры с затвором в виде листа, диска или клина, который перемещается возвратно – поступательно вдоль уплотнительных колец сёдел корпуса перпендикулярно оси потока рабочей среды.

Задвижки имеют низкий коэффициент гидравлического сопротивления (**ξ** = 0,08÷0,2 против **ξ** = 2,0÷5,0 у арматуры клапанного типа), низкую сравнительную стоимость и широкий диапазон диаметров прохода.

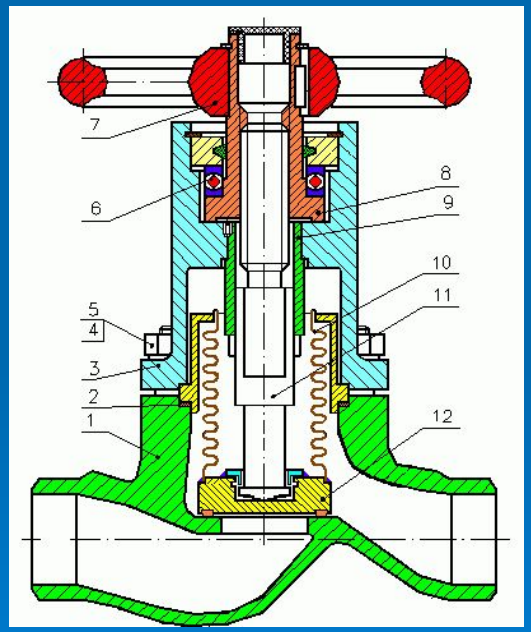


Задвижка запорная с электроприводом

ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА

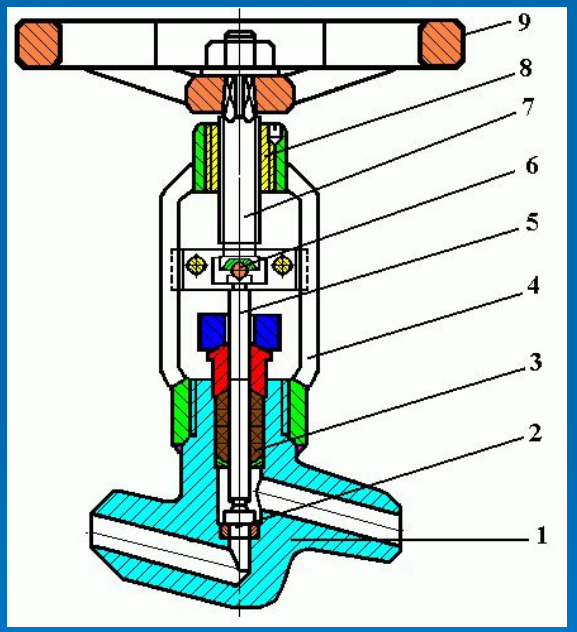
Арматура, в которой затвор перемещается при помощи резьбовой пары с возвратно-поступательным перемещением затвора параллельно потоку среды, называют **вентилем.**

Вентили запорные предназначены для полного перекрытия потока рабочей среды в трубопроводе.



Вентиль запорный сильфонный

1-корпус, 2-прокладка разъема, 3-крышка, 4, 5 -шпилька и гайка, 6-упорный подшипник, 7-маховик, 8-втулка резьбовая, 9 втулка направляющая, 10-сильфон, 11-шток, 12-золотник



Запорный сальниковый вентиль

1 - корпус; 2 - запорный орган (седло и золотник); 3 - сальник; 4 - бугель; 5 - нижняя часть шпинделя; 6 - шарик; 7 - верхняя часть шпинделя; 8 - ходовая гайка – втулка резьбовая; 9 – маховик.

Регулирующая арматура

Регулирующая арматура предназначена для регулирования параметров рабочей среды (давления, температуры и т.п.) посредством изменения ее расхода. Это достигается, когда вследствие перемещения регулирующего органа изменяется проходное сечение, следовательно, изменяются и геометрические размеры проточной части в затворе, что приводит к изменению расхода рабочей среды.

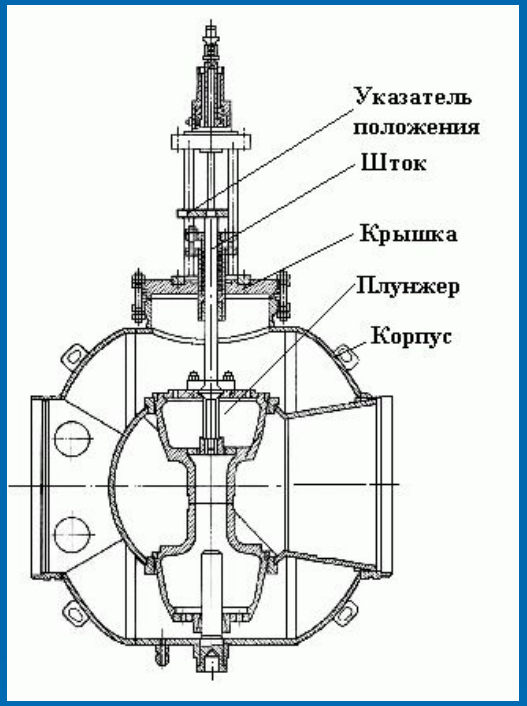
К регулирующей относится и дроссельная арматура, основная функция которой - значительное снижение давления (давление на выходе в 2 и более раз ниже давления на входе).

К регулирующей относится и дроссельная арматура, основная функция которой - значительное снижение давления (давление на выходе в 2 и более раз ниже давления на входе).

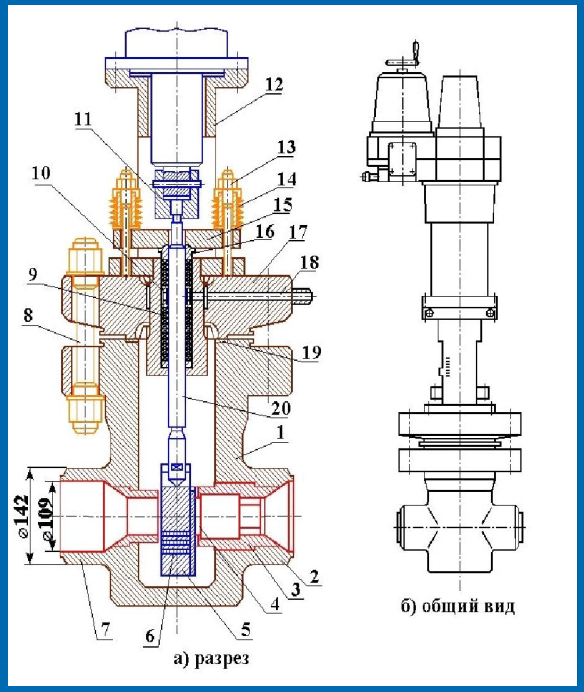
Каждый вид регулирующей арматуры характеризуется своеобразной формой затвора, и различают 4 основных вида регулирующей арматуры:

- клапаны **плунжерного** типа – **игольчатые, стержневые, с окнами, секторные и тарельчатые (дисковые)**;
- клапаны **шиберного** типа;
- клапаны **поворотно-золотниковые** и **шаровые**;
- **шланговые и диафрагмовые затворы**.

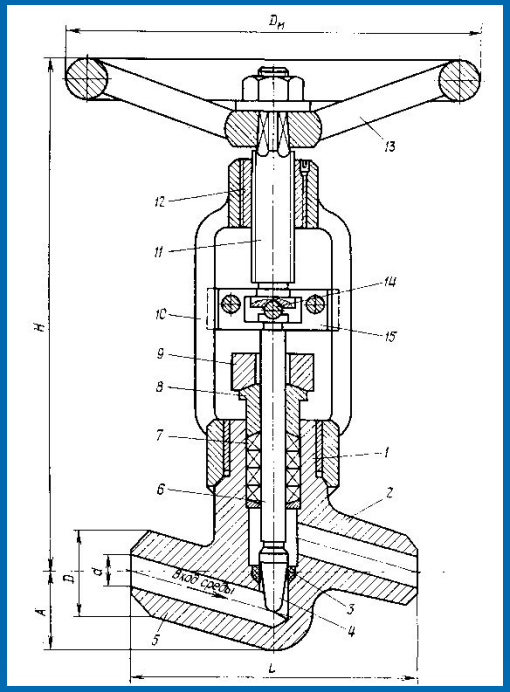
Регулирующая арматура



Клапан регулирующий двухседельный



Регулирующий шиберный клапан



Вентиль регулирующий игольчатый

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

Предохранительной арматурой называется группа устройств, установленная на трубопроводах, котлах, агрегатах, емкостях и предназначена для предотвращения аварийного повышения давления в обслуживаемой системе или объекте путем автоматического выпуска избыточного количества рабочей среды из защищаемой системы.

Функциональное назначение предохранительной арматуры **- защита оборудования от избыточного давления.**

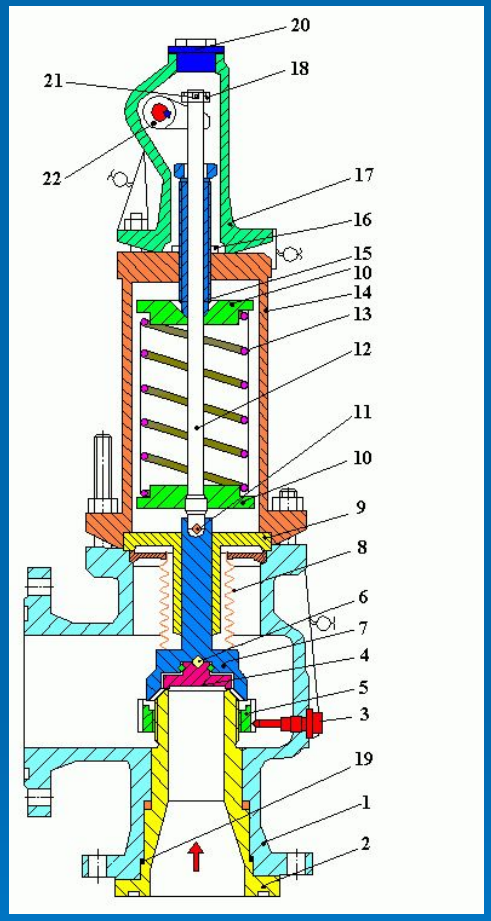
По конструктивным особенностям предохранительная арматура подразделяется на следующие виды:

- мембранные разрывные устройства (МРУ),
- предохранительные клапаны (ПК),
- импульсные предохранительные устройства (ИПУ).

Мембранные разрывные устройства служат для одноразового срабатывания, после чего требуется замена самой мембраны. Характерный пример использования МРУ – это установка двух мембранно-разрывных устройств на барботажном баке в гермообъеме реакторного отделения АЭС, куда заведен сброс среды с ИПУ КД.

Предохранительные клапаны (ПК) и импульсные предохранительные устройства (ИПУ) предназначены для многократного использования, они прекращают выпуск среды при понижении давления до установленного значения обратной посадки, и дальше работают в режиме ожидания следующего повышения давления.

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



1-корпус, 2-седло, 3-винт, 4-диск –золотник, 5 –кольцо, 6,11 шарик, 7-дискодержатель, 8-сильфон, 9 – втулка, 10 – опора, 12 - шток, 13- пружина, 14 – крышка, 15 – винт, 16 - гайка, 17 - колпак, 18-гайка, 19 – прокладка, 20 – пробка, 21 - шплинт, 22-кулачок

Регламентируется настройка ПК относительно рабочего давления:

- давление срабатывания - **Рср = 1,15 Рр**
- давление срабатывания - **Рср = 1,1 Рр**
- давление обратной посадки - Роп = 0,9 Рр;

Пружинные предохранительные клапаны – это механизмы автоматического действия. При повышении давления среды во входном патрубке перед клапаном (в защищаемом оборудовании) до давления полного открытия **(Рпо)**, давление среды превышает силу пружины, происходит подъем золотника и сброс среды через сбросной патрубок.

ЗАЩИТНАЯ АРМАТУРА

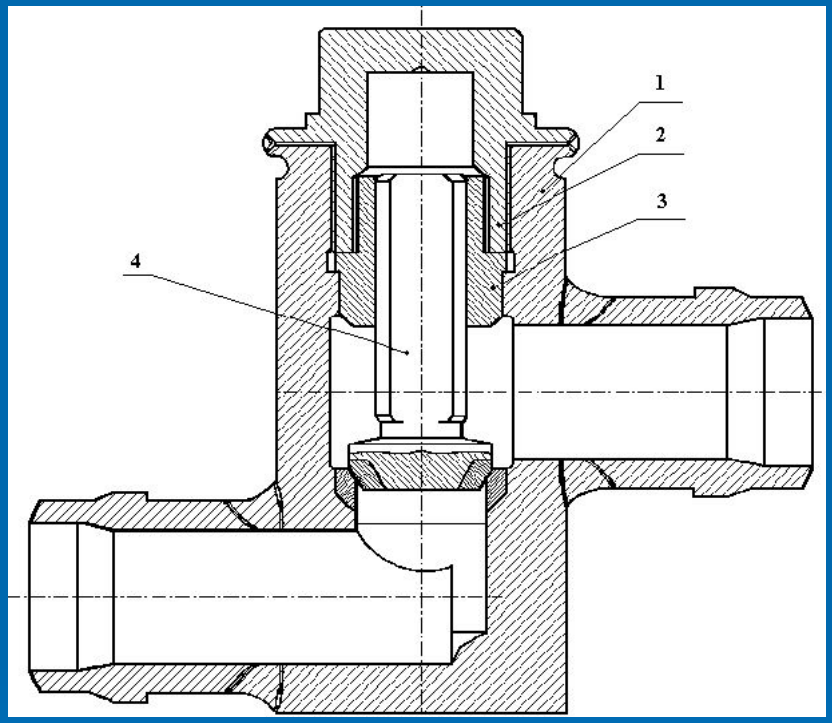
К защитной арматуре относятся **обратные клапаны и отсечные клапаны**.

Обратные клапаны предназначены для защиты оборудования от обратного потока рабочей среды в трубопроводе и относится к автоматически действующему оборудованию. Обратный клапан автоматически срабатывает (закрывается), как только остановиться насос и появится обратный поток рабочей среды.

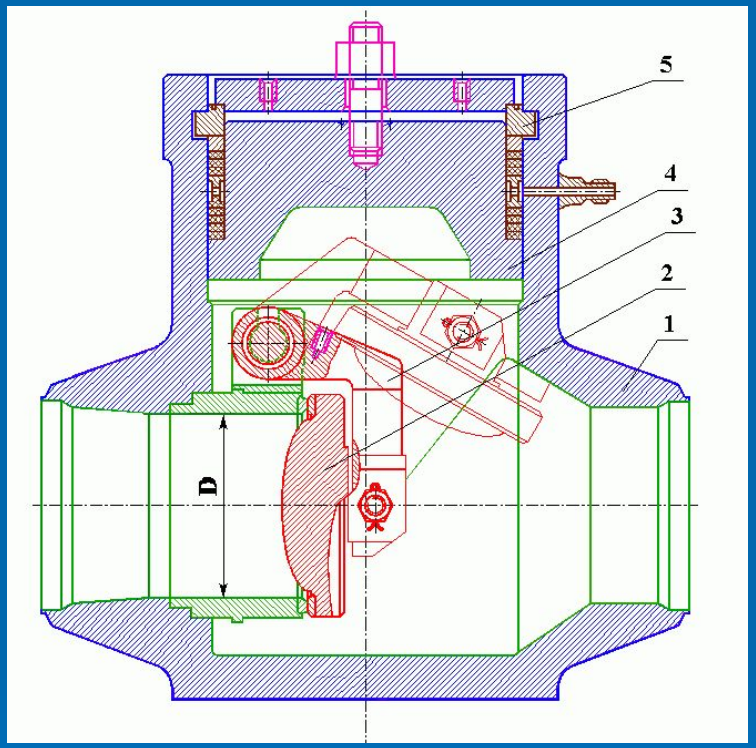
В зависимости от конструкции рабочего органа обратные клапаны бывают:

- подъемные;
- поворотные (захлопки).

Обратные клапаны



Обратный клапан подъемный
1 – корпус; 2 – крышка; 3 – втулка направляющая; 4 – золотник клапана.



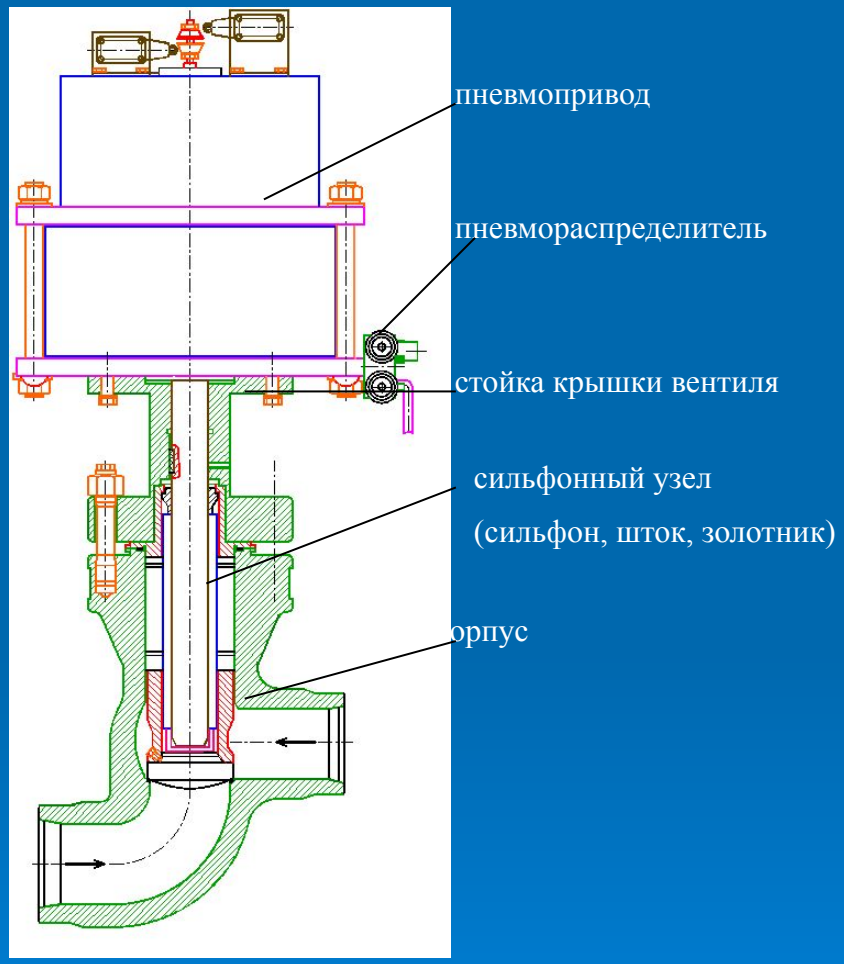
Обратный клапан поворотный
1 – корпус; 2 - тарелка;
3 – поворотный рычаг; 4 – плавающая крышка; 5 - золотники

Отсечная арматура

К отсечным клапанам относится быстродействующая арматура, которая устанавливается на трубопроводе, проходящем через стену гермозоны блока АЭС (внутри - 1 шт.) а также снаружи гермозоны на этом же трубопроводе (2 шт.) и этот участок трубопровода с установленной арматурой относится к системе локализации аварий (СЛА). В качестве приводов на отсечной арматуре используется в основном поршневые пневматические приводы.

Отсечные клапаны **с пневмоприводом предназначены обеспечить экстренное отключение технологических линий**, связывающих герметичный объем АЭС с негерметичными помещениями.

Отсечная арматура



Клапан отсечной с пневмоприводом

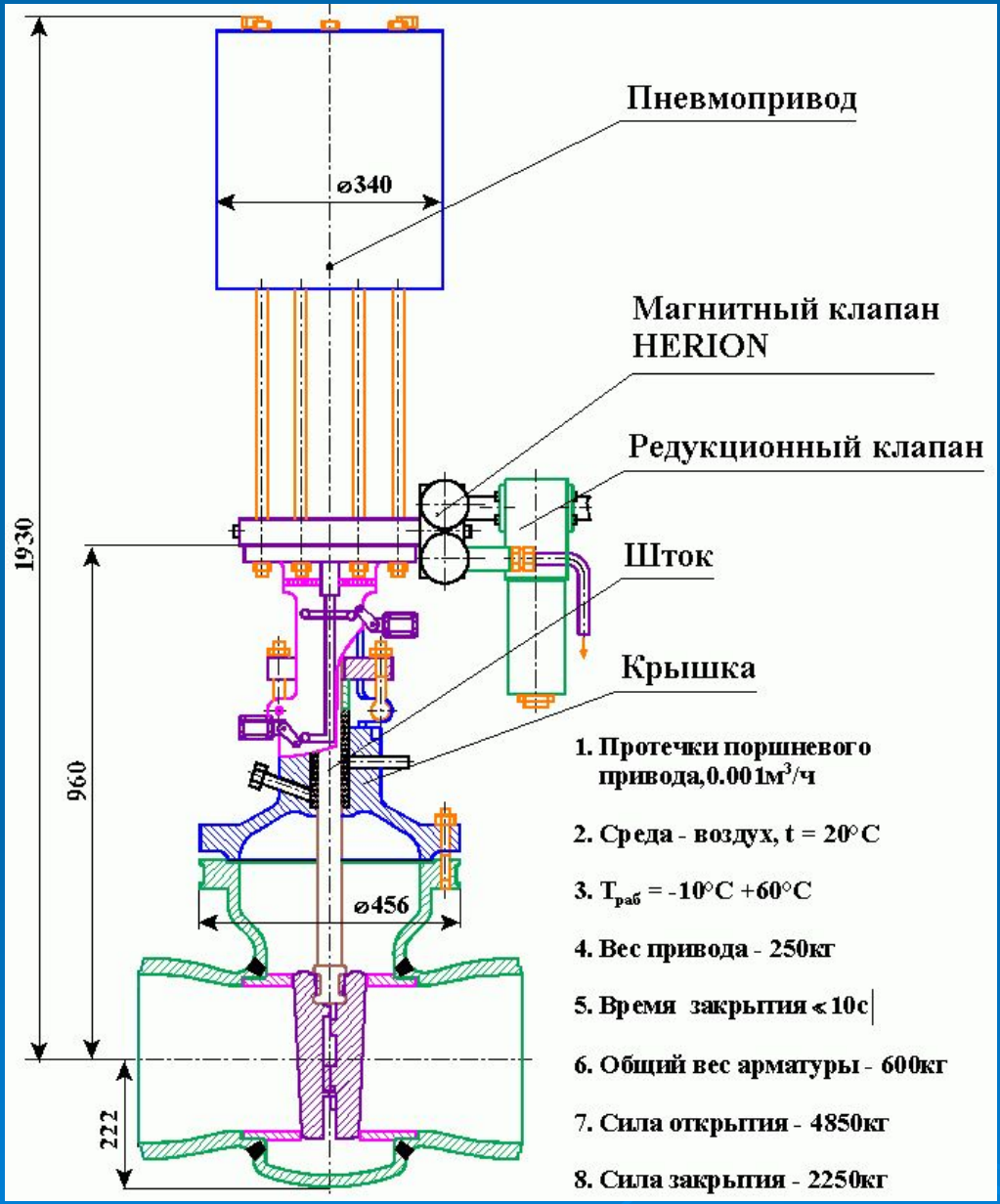
Клапаны отсечные устанавливаются на трубопроводах от Ду10 до Ду150.

Для открытия задвижки используется сжатый воздух, который через пневмораспределитель подается в полость пневмоцилиндра привода, воздействуя на поршень и сообщая ему поступательное движение вверх. Поршень привода соединен со штоком задвижки, поэтому сообщенное движение вверх открывает проходное сечение задвижки.

Со второй стороны поршня находится витая пружина, которая при подъеме поршня сжимается, аккумулирую при этом силу сжатия, а при выпуске сжатого (управляющего) воздуха с пневмоцилиндра привода – разжимается, перемещая поршень и соединенный с ним шток задвижки вниз, закрывая клином проходное сечение в корпусе задвижки.

Отсечная арматура

Задвижки запорные клиновые быстродействующие устанавливаются на трубопроводах Ду200, Ду300, Ду400.



Задвижка клиновая с пневмоприводом

ФАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

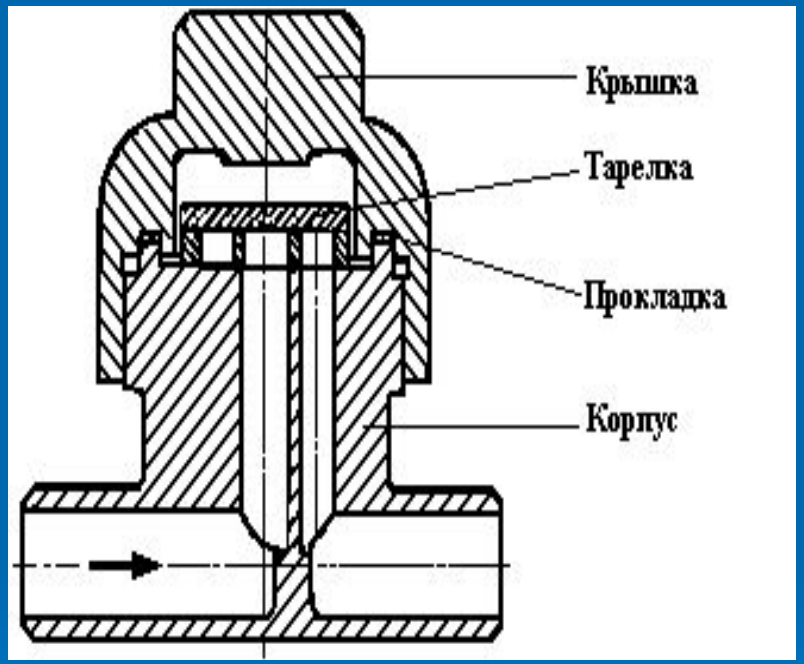
Из фазоразделительной арматуры на АЭС применяются в основном **конденсатоотводчики**, предназначенные для автоматического удаления конденсата из паропроводов.

Конденсатоотводчики (или конденсатные горшки) являются автоматически действующими устройствами. Они работают с периодическим или постоянным отводом конденсата из паропровода.

На АЭС применяются периодически действующие **термодинамические** и реже **поплавковые конденсатоотводчики**.

Диаметр условного прохода конденсатоотводчика - от 10мм до 50мм.

ФАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА



При поступлении конденсата тарелка под действием рабочего давления отжимается от седла корпуса, и конденсат проходит в кольцевой паз седла корпуса к выходному патрубку. В это время тарелка находится во взвешенном состоянии. При поступлении в конденсатоотводчик пара в щели между тарелкой и седлом корпуса значительно повышается скорость и, следовательно, понижается статическое давление. Тарелка под действием разности давлений прижимается к седлу корпуса так, что между седлом и тарелкой остается только небольшой зазор. Пар проникает в камеру над тарелкой и прижимает ее к седлу корпуса вследствие разности площадей тарелки и входного отверстия в седле корпуса. Утечка пара прекращается. При появлении конденсата понижаются температура и давление в камере над тарелкой, тарелка поднимается, конденсат свободно вытекает до тех пор, пока не поступит пар, вызывающий закрытие седла тарелкой. Частота срабатывания зависит от температуры пара, пропускной способности и схемы установки конденсатоотводчика.

ПРИВОДЫ АРМАТУРЫ

По принципу управления и действия арматура может быть **управляемой и автоматически действующей** (автономной). **Управляемой** называется арматура, рабочий цикл которой выполняется по соответствующим командам в моменты, определяемые рабочими условиями, обстановкой или приборами.

Приводы трубопроводной арматуры бывают различных типов и выбираются на основании ряда факторов, включая крутящий момент, время закрытия и открытия, необходимость автоматического и дистанционного управления арматурой.

Существуют следующие виды приводов:

- ручной привод с помощью маховика или ручного рычага (рукоятки),
- привод с электродвигателем (электропривод),
- поршневой привод – пневматический или гидравлический,
- электромагнитный привод.

Арматура с ручным приводом управляется вращением маховика (или рукоятки), соединенного со шпинделем или ходовой гайкой непосредственно, либо передающего движение через редуктор. Для уменьшения усилия на маховике ручного привода используют редуктор с червячной, конической или цилиндрической зубчатой передачей.

Приводная арматура снабжена приводом, установленным непосредственно на ней и действующим от постороннего источника энергии или при помощи энергии рабочей среды, транспортируемой по трубопроводу.

Условное графическое изображение арматуры

Арматура с ручным приводом

Арматура с электроприводом

Обратный клапан

Регулирующий клапан

Быстродействующая арматура

Редукционная установка

Расходомер

Выброс в атмосферу

Трехходовой клапан с выбросом в атмосферу