

Лекция 2. Арматура и гарнитура котлоагрегата

К арматуре относятся устройства и приборы, обеспечивающие безопасное обслуживание, управление работой элементов котельного агрегата и теплоэнергетического оборудования, находящихся под давлением. Арматура – это регулирующие и запорные устройства для подачи, продувки и спуска воды, включения, регулирования и отключения трубопроводов воды, пара, топлива и предохраняющие от превышения давления. К арматуре также принято относить основные контрольные и измерительные приборы – водоуказательные стекла, манометры, предохранительные клапаны. Количество арматуры, ее обязательные типы регламентированы Правилами Госгортехнадзора.

По назначению арматура делится на *запорную* (кран, вентиль, задвижка), *регулирующую* (редукционный клапан), *защитную* (предохранительный и обратный клапан). По способу соединения с трубопроводами арматуру разделяют на *фланцевую* и *муфтовую*, а по материалу – на *латунную*, *чугунную*, *комбинированную*. В местах соединения с фланцами устанавливаются прокладки или уплотнения. Запорная арматура должна иметь паспорт и маркировку: завод-изготовитель, давление и температура среды, условный диаметр, направление потока.

1. *Вентиль* состоит из корпуса, внутри которого имеется перегородка с горизонтальным седлом, из клапана, шпинделя маховика, коронки, сальниковой гайки и втулки.

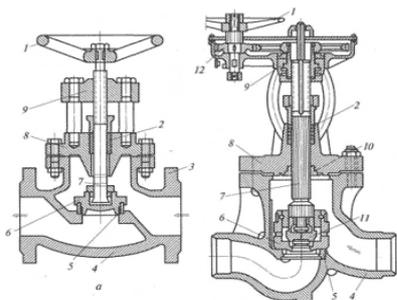


Рис. 2.1. Запорный вентиль:

а-фланцевый низкого и среднего давления; б-высокого давления, бесфланцевый; 1-маховик; 2-сальниковое уплотнение; 3-фланец; 4-корпус; 5-седло; 6-клапан (тарелка); 7-шпindel; 8-крышка; 9-траверса; 10-штулка; 11-разгрузочный клапан; 12-шестерня; => — движение пара (или воды).

Вентиль для воды имеет клапан с мягким уплотнителем (кожа, резина, фибр), а для пара уплотнений нет. Маховик вентиля окрашивается красной краской для пара и голубой – для воды. Теплоноситель всегда должен подаваться под клапан, для чего на корпусе имеется указательная стрелка. Вентили как запорные органы применяют преимущественно при небольшом проходном сечении (диаметр трубопровода до 100 мм), когда требуется большая плотность отключения (например, для дренажных и спускных трубопроводов), и в основном они используются в качестве регулирующих органов.

2. *Задвижка.* На электростанциях и в котельных нашли широкое применение задвижки, которые создают значительно меньшее сопротивление потоку среды, чем вентили. Жидкость или пар к задвижкам подводится с любой стороны. Задвижки могут иметь разные затворы (параллельные и клиновые), выдвигные и невыдвигные шпиндели. Задвижка имеет корпус (из стали или чугуна), два вертикальных седла (из бронзы или латуни), два диска, клин, шпindel маховика, коронку, сальник и штулки. При вращении маховика с гайкой шпindel перемещается вниз или вверх по отношению гайки крышки с подвешенными на шпинделе дисками. Когда диски полностью перекроют отверстие в корпусе, хвостовик клина, вставленного между дисками, упирается в дно корпуса задвижки, раздвигает диски и происходит уплотнение их с бронзовыми кольцами корпуса. Рабочее тело через задвижку может двигаться в любом направлении.

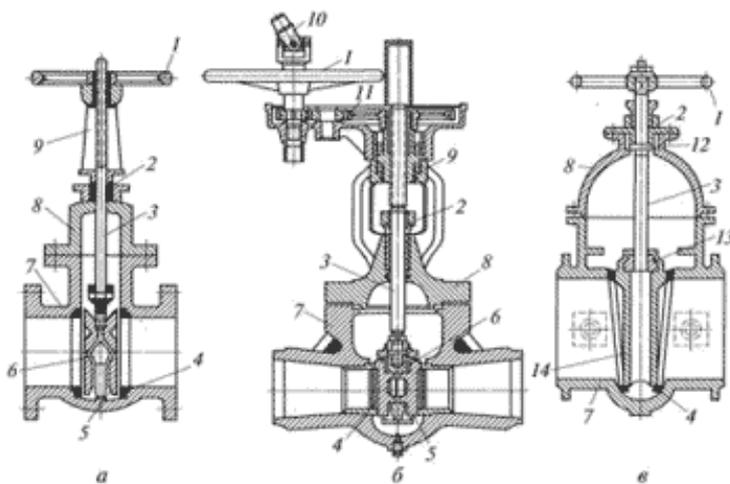


Рис. 2.2. Задвижки:

а-нормальная с параллельными уплотнительными дисками и выдвижным шпинделем; б-бесфланцевая высокого давления с дистанционным приводом; в-клиновая с невыдвижным шпинделем; 1-маховик; 2-сальниковая набивка; 3-шпиндель; 4-уплотнительные кольца; 5 — уплотнительные диски; 6— распорное устройство; 7-корпус; 8-крышка; 9-траверса; 10-шарнир; 11-зубчатая передача; 12-буртик; 13-нарезная втулка; 14-клиновой затвор.

Согласно Правилам Ростехнадзора у всех вновь устанавливаемых стационарных котлов паропроизводительностью более 4 т/ч управление парозапорными органами должно осуществляться дистанционно с рабочего места машиниста котла. На электростанциях или больших отопительных котельных часто применяются задвижки или вентили с электрическим приводом, позволяющим открывать или закрывать их дистанционно. На рис. 2.2б приведена бесфланцевая задвижка высокого давления с дистанционным приводом. Бесфланцевая арматура непосредственно приваривается к трубопроводу.

В клиновых задвижках с невыдвижным шпинделем 3 (рис. 2.2в) последний вращается вместе с маховиком 1. На конце шпинделя 3 имеется резьба, которая входит в нарезную втулку 13, расположенную в верхней части клинового затвора 14. При вращении маховика шпиндель 3 из-за имеющегося на нем буртика 12 не может подняться и будет вращаться вместе с маховиком. При этом нарезная втулка 13 будет вращаться по его резьбе, поднимая или опуская клиновой затвор 14 задвижки.

Для надежной работы арматуры очень важно, чтобы место прохода шпинделя было тщательно обработано (отшлифовано) и уплотнено. Уплотнение достигается при помощи сальниковой набивки 2 и грундбуксы (сальникового уплотнения). Грундбукса с внешней стороны имеет резьбу, при помощи которой она ввинчивается в крышку и, таким образом, уплотняет набивку.

По сравнению с вентилями задвижки создают относительно небольшое гидравлическое сопротивление, требуют меньшего усилия на открывание и закрывание, допускают протекание среды в обоих направлениях, имеют меньшую длину корпуса, могут быть изготовлены на большое проходное сечение. К недостаткам задвижек относятся более сложная, чем у вентиляей, конструкция, быстрый износ уплотнительных поверхностей затвора и большой подъем затвора при полном открывании, что увеличивает ее габаритные размеры.

3. *Запорный кран.* В качестве запорного устройства для низкого давления среды (0,3...0,5 МПа) применяются пробковые краны. Краны предназначены для быстрого открывания и закрывания прохода в трубопроводе и для регулирования

расхода. Пробковые краны по способу уплотнения бывают натяжные (рис. 2.3а) и сальниковые (рис. 2.3б); по способу соединения — муфтовые, фланцевые и цапковые; по материалу корпуса и пробки — чугунные, бронзовые и комбинированные (чугунный корпус с бронзовой пробкой). Запорный кран имеет корпус, внутри которого установлена коническая пробка с отверстием для прохода жидкости (газа), а в верхней части — риска для указания направления движения рабочего тела.

В сальниковых кранах пробка прижимается сверху крышкой сальника, а в натяжных — снизу натяжной гайкой. Запорный кран устанавливают обычно на газопроводе и продувочных линиях.

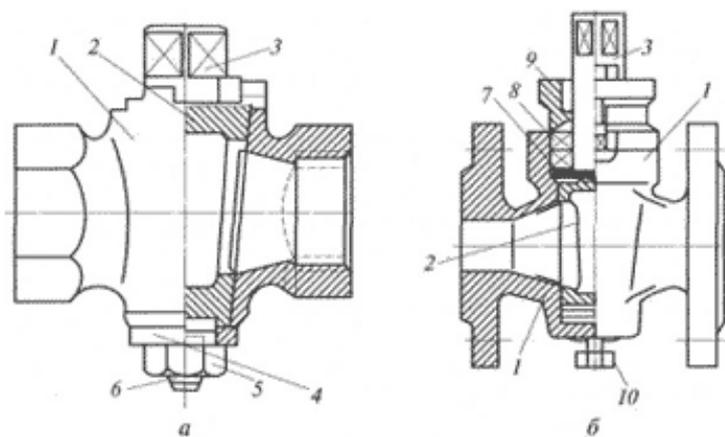


Рис. 2.3. Краны:

а-натяжной газовый муфтовый; б-сальниковый; 1-корпус; 2-пробка; 3-четырёхгранная головка; 4-шайба; 5-гайка; 6-шпилька с резьбой; 7-опорное кольцо; 8-сальниковая набивка; 9-крышка сальника; 10-болт.

Основными элементами кранов являются корпус 1 и коническая пробка 2 с отверстием для прохода газа. На четырёхгранной головке 3 под ключ наносится риска, совпадающая с направлением отверстия в пробке. Если риска на головке совпадает с направлением трубопровода, на котором установлен кран, то проход для среды открыт, а если риска направлена поперек трубопровода, то проход закрыт.

В натяжных кранах в нижней части пробки есть шпилька 6 с резьбой (см. рис. 2.3а), на которую надевается шайба 4 и накручивается гайка 5. Плотность в этих кранах обеспечивается натяжением гайки. Краны, устанавливаемые на газопроводах, должны иметь упоры, ограничивающие поворот пробки в границах 90°.

Плотность в сальниковых кранах обеспечивается сальниковой набивкой 8. Уплотнение ее осуществляется затягиванием сальника с помощью крышки 9 сальника. Для облегчения разборки сальникового крана в нижней части корпуса устанавливается отжимной болт 10.

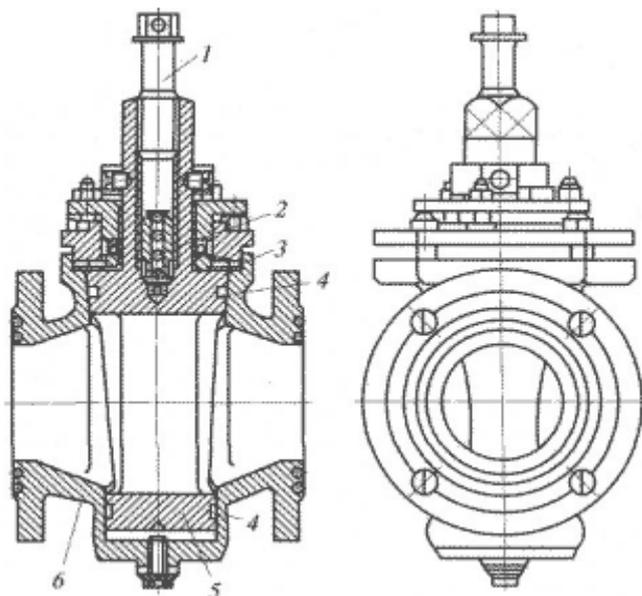


Рис. 2.4. Чугунный самосмазывающийся кран:

1-болт; 2-шариковый клапан; 3-прокладка; 4-канавки; 5-пробка; 6-корпус.

В самосмазывающихся кранах (рис. 2.4) на конусных или цилиндрических уплотнительных поверхностях корпусов и пробок имеются канавки 4. Их заполнение смазкой снижает давление, необходимое для герметичного закрытия прохода, и усилие, необходимое для поворота пробки. Периодическая подача смазки в канавки корпуса 6 и пробки 5 осуществляется нажимным болтом 1.

4. *Трехходовой кран* устанавливают для продувки, проверки и отключения манометров.

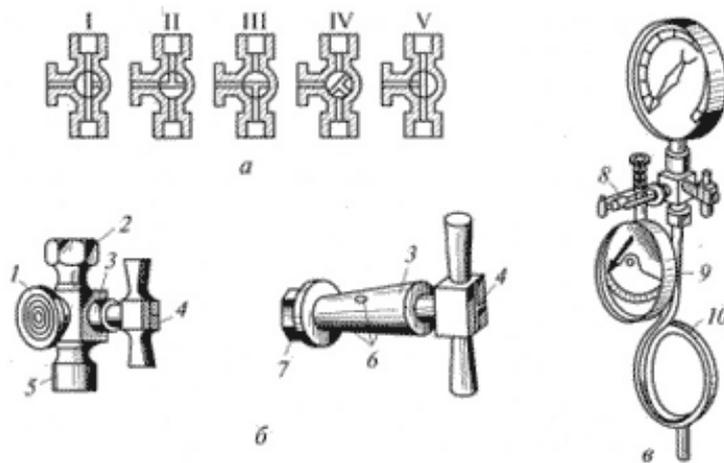


Рис. 2.5. Трехходовой кран: а-положения I—V трехходового крана; б-детали крана; в-крепление контрольного манометра для проверки рабочего манометра; I-рабочее положение; II-постановка стрелки на ноль; III-продувка сифонной трубки; IV-промежуточное положение (набор конденсата в сифонной трубке); V-проверка рабочего манометра контрольным; 1-фланец для контрольного манометра; 2-штуцер для манометра; 3-пробка крана; 4-риски; 5-ниппель для сифонной трубки; 6-отверстия в пробке; 7-гайка для затяжки пробки; 8-скоба; 9-контрольный манометр; 10-сифонная трубка.

Трехходовой кран (рис. 2.5) устанавливается между манометром и сифонной трубкой, которая защищает трубчатую пружину манометра от чрезмерного нагрева при измерении давления пара или горячей воды. На ручке трехходового крана в виде буквы Т нанесены риски, совпадающие с направлениями каналов в пробке. Поворотом ручки можно поставить кран в следующие положения:

- рабочее положение — манометр соединен с источником давления (барaban котла, трубопровод и т.д.);
- проверка рабочего манометра постановкой стрелки на ноль (манометр при этом соединен с атмосферой);
- проверка рабочего манометра контрольным (все отверстия в пробке при этом совпадают с отверстиями в корпусе крана);
- продувка сифонной трубки (источник давления соединен с атмосферой);
- нейтральное положение для охлаждения воды или конденсации пара в сифонной трубке (отверстия в пробке и корпусе не совпадают). В этом положении можно заменить неисправный манометр.

5. *Обратный клапан* служит для пропуска рабочей среды в одном направлении. Состоит из корпуса, внутри которого имеется перегородка с горизонтальным седлом, клапана, штока, крышки. При повышении давления под клапаном он вместе со штоком перемещается вверх и пропускает рабочую среду (основное рабочее положение). При падении давления в трубопроводе или сосуде до обратного клапана рабочая среда (вода) давит на клапан, и он садится на седло, перекрывая тем самым проход рабочей среды. Работу обратного клапана можно определить по стуку клапана и штока о крышку.

6. *Предохранительный клапан* – устройство для автоматического предотвращения повышения давления сверх допустимого путем выпуска рабочей среды в атмосферу (или в дренаж).

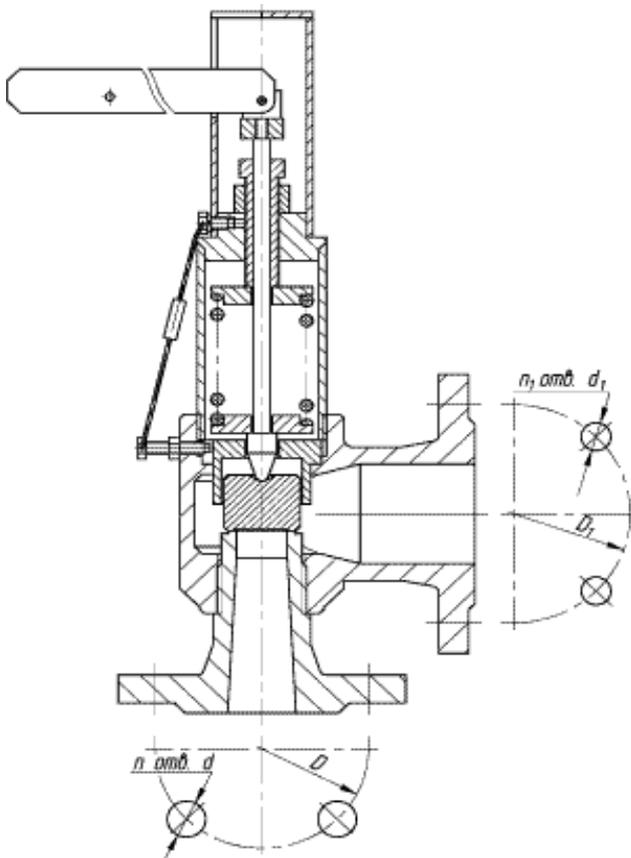


Рис. 2.6. Предохранительный клапан (пружинный, полноподъёмный)

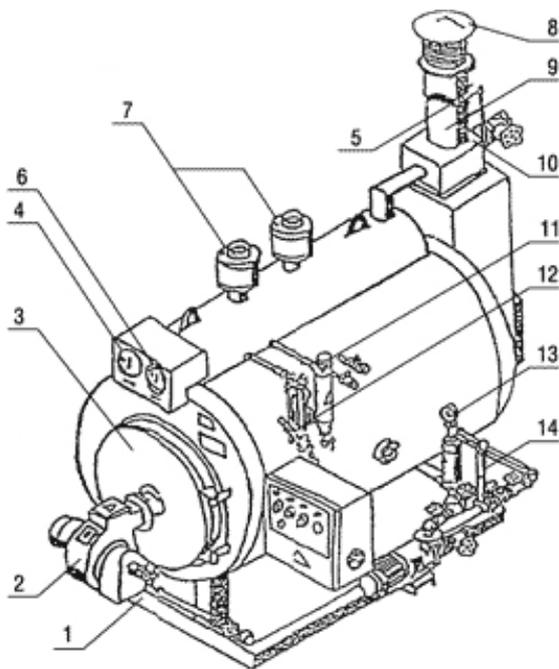


Рис. 2.7. Установка предохранительного клапана на паровом котле КВ-300.

На схеме: 1-рама; 2-горелка; 3-передняя крышка; 4-датчик предельного давления пара; 5-термометр; 6-электроконтактный манометр; 7-предохранительный клапан; 8-искрогаситель; 9-дымоход; 10-крышка; 11-датчик уровней; 12-рамка указателя уровня; 13-манометр избыточного давления воды; 14-система водоподготовки.

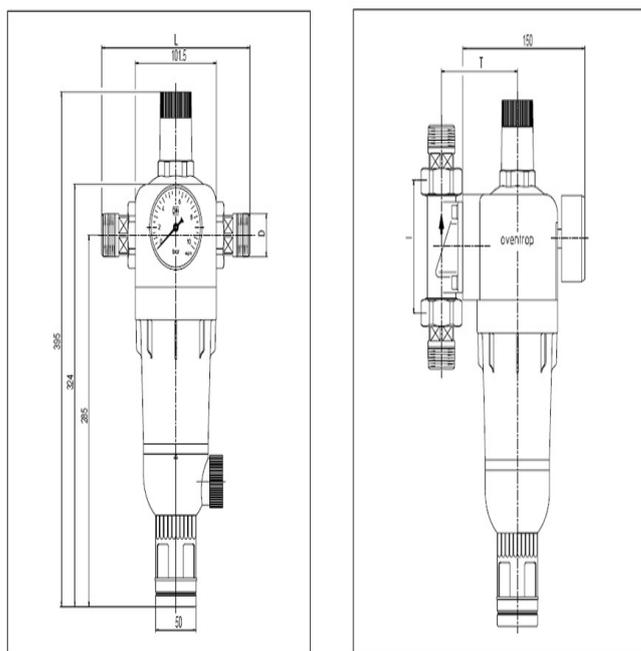
Клапаны бывают рычажно-грузовые или пружинные и должны защищать котлы, пароперегреватели, экономайзеры от превышения в них давления более чем на 10 %. Методика их регулирования и начальное давление их открытия должны быть указаны предприятием-изготовителем в инструкции.

Рычажно-грузовой предохранительный клапан состоит из корпуса с фланцами, внутри которого имеется перегородка с горизонтальным седлом и запрессованной втулкой, клапана с тарелкой, шпинделя с шарниром, трех направляющих вилок, рычага с шарниром и груза. Пружинный клапан имеет аналогичную конструкцию, но вместо рычага и груза на штоке установлена пружина. Сила от веса груза (или пружины) через рычаг и шпиндель (шток) давит тарелкой сверху, и клапан садится на седло, а снизу под клапан давит пар (или вода). Если сила от давления рабочего тела (пара или воды) начинает превышать силу груза (пружины), то клапан поднимается и выпускает пар в атмосферу (воду в дренаж).

После снижения давления до рабочего клапан автоматически закрывается. Пар, выходящий из клапана, выводится трубой на крышу котельной (в атмосферу).

Предохранительные клапаны устанавливаются на паровых котлах на верхнем барабане, в пароперегревателях – на стороне выхода пара, в экономайзерах – по одному на входе и выходе, на водогрейном котле – на выходных коллекторах. Предохранительных клапанов должно быть установлено не менее двух, один из которых контрольный (закрыт металлическим кожухом с замком или пломбой). Диаметр прохода предохранительных клапанов должен быть не менее 20 мм. Оператор с рабочего места воздействует на рычаг предохранительного клапана (через систему блоков) и проверяет его методом принудительного кратковременного открытия «подрывом»: для котлов с давлением до 1,4 МПа не реже одного раза в смену, а с давлением от 1,4 до 4 МПа – одного раза в сутки.

7. *Редукционный клапан* применяется для понижения давления пара и поддержания сниженного давления в определенных заданных пределах.



Усл. диаметр	20	25	32
D	R 3/4	R 1	R 1 1/4
L	183	183	195
I	100	100	105
T	92.5	92.5	96.5

Рис. 2.8. Схема редукционного клапана Oventrop

Он состоит из корпуса с тарелкой, свободно скользящей по штанге, на нижнем конце которой укреплен поршень с резиновым уплотнительным кольцом. Над цилиндром поршня находится поперечина, служащая опорой пружины. Пар выходит в отверстие под тарелку и одновременно проникает в цилиндр, где производит давление вверх – на тарелку и вниз – на поршень. При одинаковых диаметрах тарелки и поршня (площади их одинаковы) и свободном состоянии пружины клапан уравновешен. При вращении по часовой стрелке маховика штанга с тарелкой поднимается, и в образовавшийся зазор между седлом и тарелкой начнет поступать пар, давление которого повысится до предела, соответствующего натягу пружины, а установка клапана на требуемое понижение давления достигается вращением маховика. До и после редуционного клапана должны быть установлены запорные устройства, а за клапаном – предохранительный клапан и манометр.

8. *Редуционно-охладительная установка (РОУ)* предназначена для снижения давления пара до требуемого путем дросселирования – пропуска пара через сужение. В результате термодинамического изоэнтальпийного процесса пар переходит из состояния сухого насыщенного в область перегретого, с понижением давления и температуры. Для возврата его состояния в область насыщенного пара в него всprysкивают конденсат или питательную воду.

Редуционно-охладительные установки (Схема РОУ, рис. 2.9) работают следующим образом: по паропроводу острый пар через запорную задвижку 1 поступает к регулирующему клапану 2, в котором осуществляется первая ступень снижения давления (дросселирования) пара.

При больших перепадах давлений, с целью уменьшения шума во время работы, установки снабжаются дополнительными ступенями дросселирования. В зависимости от величины давления острого и редуцированного пара в качестве дополнительных ступеней дросселирования устанавливаются один или несколько узлов шумоглушителей 3 с дроссельной и/ или дроссельно-охладительной решетками.

Шумоглушители не являются обязательным элементом РОУ и применяются только при значительном перепаде давления (при околосвуковых и сверхзвуковых скоростях потока).

Требуемые значения давления и температуры редуцированного пара поддерживаются автоматически электронными регуляторами путем воздействия на регулирующие клапаны паровой 2 и водяной 9.

Кроме того, для ручного регулирования температуры пара предусмотрен вентиль игольчатый с ручным приводом 7.

Для полного перекрытия (открытия) потока охлаждающей воды для РОУ и ОУ предусмотрены вентили запорные 8.

В целях предупреждения повышения давления сверх заданного каждая установка снабжается импульсно-предохранительным устройством, состоящим из предохранительного 5 и импульсного 6 клапанов.

Количество импульсно-предохранительных устройств выбирается в зависимости от производительности установки и параметров пара.

В связи с тем, что предохранительные клапаны рассчитаны на минимальное давление 0.25 МПа (2.5 кгс/см²), в установках с номинальным давлением редуцированного пара 0.12 МПа (1.2 кгс/см²) возможно повышение давления до 0.25 МПа (2.5 кгс/см²), что необходимо учитывать при проектировании трубопроводов после РОУ.

Снижение температуры острого пара производится впрыском охлаждающей воды в поток пара через специальную трубку в дроссельно-охладительной решетке узла шумоглушителя или через сопло в охладитель пара.

Охлаждающая вода, испаряясь за счет тепла, отбираемого от пара, охлаждает его до заданной температуры. В зависимости от соотношения расходов острого пара и впрыскиваемой охлаждающей воды, а также их первоначальной температуры обеспечивается необходимая температура охлажденного пара на выходе из охладителя. В зависимости от рабочих параметров охладителя пара отличаются размерами и числом форсунок (сопел).

Редукционные и охладительные установки (Схема РУ, рис. 2.10; Схема ОУ, рис. 2.11) являются частными случаями РОУ в зависимости от потребности в регулировании давления или температуры.

В редукционных установках пар проходит расчетное количество ступеней дросселирования: (клапан регулирующий и узлы шумоглушителей) до получения требуемых заказчику параметров давления пара с незначительным снижением температуры за счет дросселирования.

В охладительных установках осуществляется снижение температуры пара аналогично РОУ. Охладители пара ОУ отличаются от охладителей пара РОУ конструкцией впрыскивающих устройств (сопел), их расположением и

размерами, что обеспечивает оптимальные скорости пара и перемешивание впрыскиваемой воды и пара, исключает попадание воды на стенку трубы.

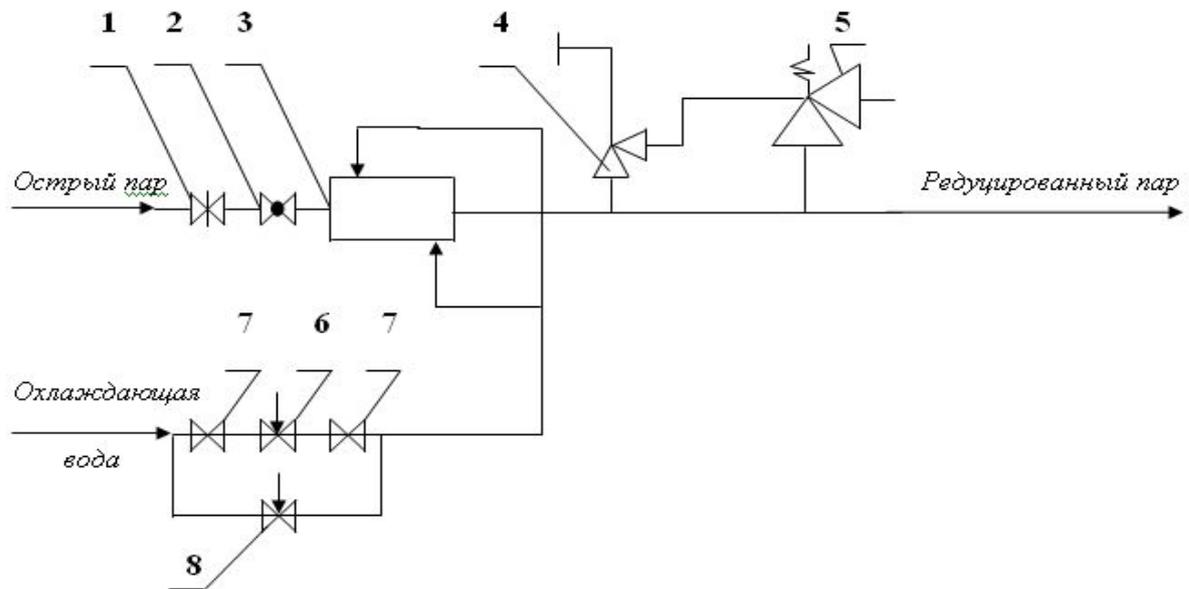


Рис. 2.9. Схема редуционно-охладительной установки.

1-задвижка; 2-клапан регулирующий (пар); 3-охладитель пара или узел шумоглушителя с дроссельно-охладительной решеткой; 4-клапан импульсный; 5-клапан предохранительный; 6-клапан регулирующий (вода); 7-вентиль запорный; 8-вентиль игольчатый.

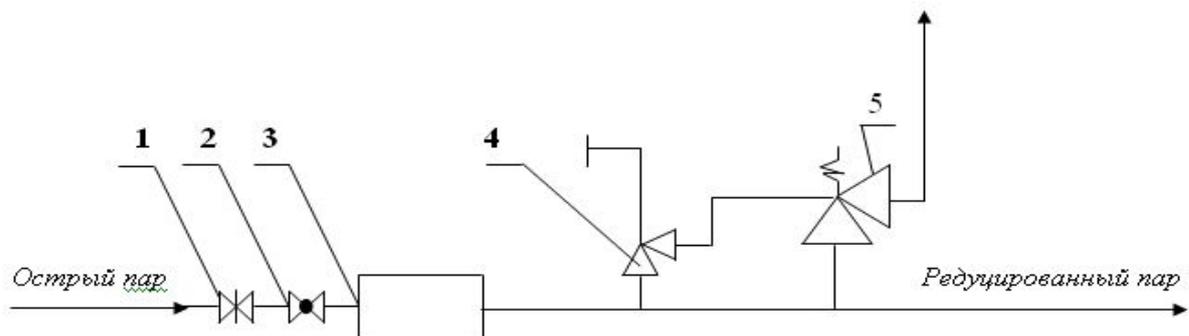


Рис. 2.10. Схема редуционной установки.

1-задвижка; 2-клапан регулирующий (пар); 3-узел шумоглушителя с дроссельной решеткой; 4-клапан импульсный; 5-клапан предохранительный.

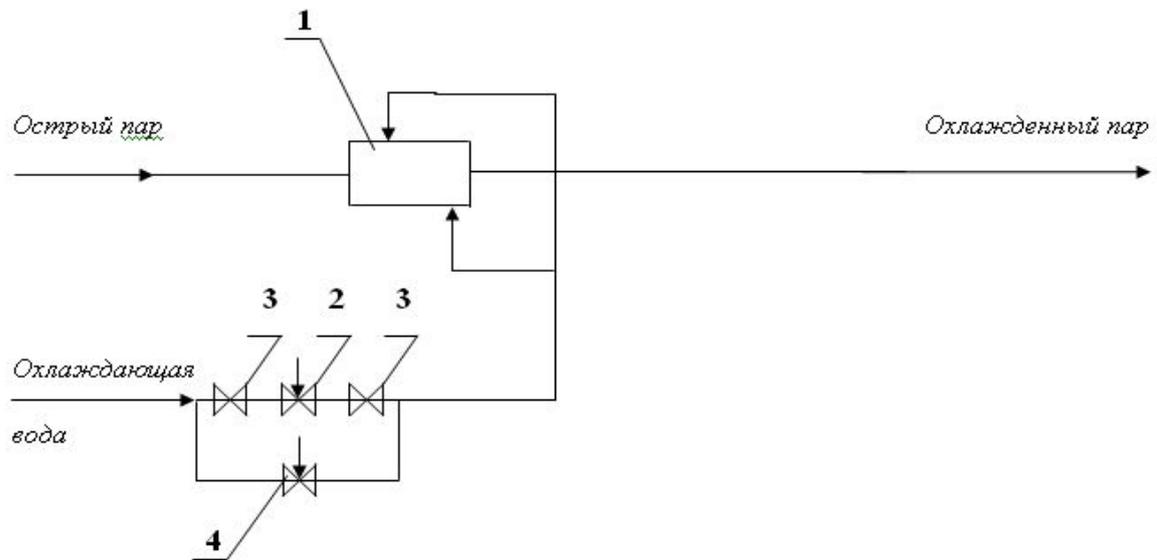


Рис. 2.11. Схема охладительной установки.

1-охладитель пара; 2-клапан регулирующий (вода); 3-вентиль запорный; 4-вентиль игольчатый.

Гарнитурой называют устройства, позволяющие безопасно обслуживать топочную камеру, газоходы котельного агрегата и газоздушный тракт. К ней относят: топочные дверцы и лазы в обмуровке; смотровые лючки – гляделки для визуального наблюдения за горением и состоянием поверхностей нагрева, футеровки и торкрета; шиберы и заслонки для регулирования тяги и дутья; лючки для обдувки. К гарнитуре также относят и взрывной предохранительный клапан, который устанавливают на котлах, работающих без наддува (с разрежением), и в процессе работы он проверяется визуально.

В процессе неправильного розжига и нарушения эксплуатации котельного агрегата возможно создание избыточного давления топочных газов (хлопок), что может привести к разрушению обмуровки котла, газоходов и дымовой трубы. Взрывные предохранительные клапаны служат для предохранения этих элементов от разрушения и обычно устанавливаются на обмуровке топки, газохода, водяного экономайзера и на борове (подземном канале движения топочных дымовых газов) перед дымовой трубой, в местах, исключаящих травмы персонала.

Взрывной предохранительный клапан. Защиту аппаратов от разрушения при взрыве осуществляют путем создания условий для своевременного стравливания из них образующихся продуктов сгорания. Для этой цели не могут быть использованы предохранительные клапаны, которые эффективны для защиты аппаратов от избыточного давления, образующегося при нарушениях

технологического процесса производства (кроме взрыва). Причина этого кроется в значительной разнице скоростей приращения давления при нарушении режима работы аппаратов и взрыве. Предохранительные клапаны имеют недопустимо большую инерционность срабатывания и малое для стравливания продуктов взрыва живое сечение.

В связи с этим для того, чтобы в аппарате, где произошел взрыв, не образовалось давление выше пробного, аппарат защищают взрывными предохранительными клапанами мембранного типа (взрывными мембранами) или в виде шарнирно-откидных дверей. Наиболее широкое распространение в технологии получили взрывные мембраны. Ими, в частности, защищают центробежные распылительные сушилки (производство сухого молока, кормовых дрожжей), ацетиленовые генераторы и ацетиленопроводы (производство ацетилена), ксантогенаторы (производство вискозного волокна), магистральные линии рекуперационных станций, электрические и рукавные фильтры пылеулавливающих систем и другие аппараты. По характеру разрушения различают разрывные, срезные, ломающиеся, хлопающие, выщелкивающиеся и отрывные взрывные мембраны (рис. 2.12). Взрывной предохранительный клапан выполнен в виде металлической рамки (500×500 мм), закрытой листом асбеста. Асбест выдерживает высокие температуры, но не выдерживает избыточного давления. При взрыве топочной смеси (хлопок) создается избыточное давление внутри топочной камеры и в газоходах, в результате чего асбест разрывается и выпускает часть топочных газов в атмосферу через специальный канал, а обмуровка котла и оборудования при этом остается не нарушенной. Если асбест нарушен, то пропадает тяга и в этом случае необходимо установить новый лист асбеста и повторить розжиг.

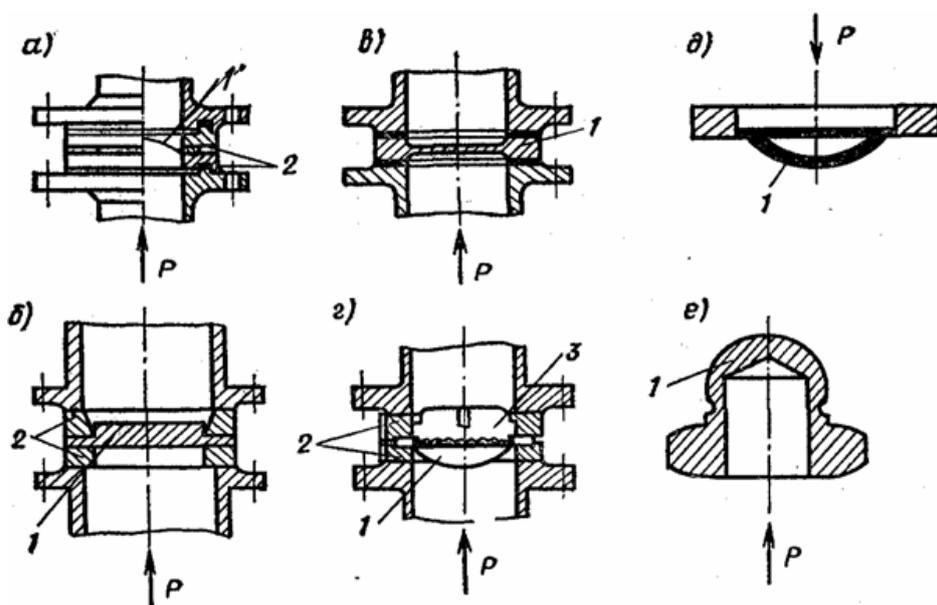


Рис. 2.12. Предохранительные устройства с разрушающимися мембранами:

а — с разрывной мембраной; б—со срезной мембраной; в—с ломающейся мембраной; г—с хлопающей мембраной; б—с выщелкивающейся мембраной; в—с отрывной мембраной; 1—мембрана; 2—прижимные кольца; 3— разрезной нож

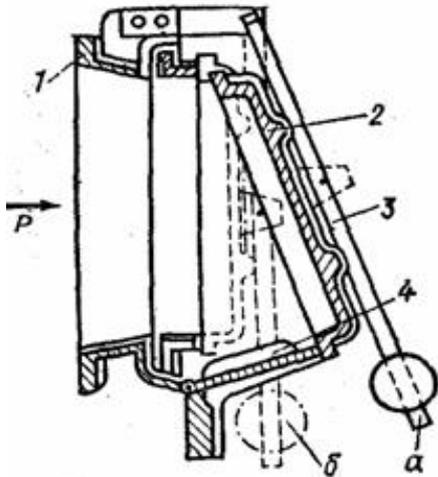


Рис. 2.13. Предохранительный клапан с шарнирно-откидной дверцей:

а—до взрыва; б—после взрыва) 1 — рама клапана; 2 — дверца (клапан); 3 — противовес; 4 — упор для фиксации клапана в исходном положении