

Арматура парового и водяного пространства

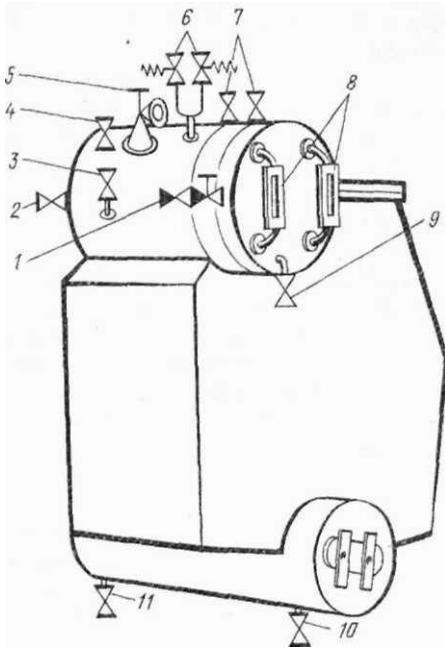
К арматуре парового пространства котла относятся приборы и устройства, служащие для контроля и управления работой агрегата. Количество арматуры и ее размещение на котле определяются требованиями Правил Регистра. В зависимости от места установки и назначения арматуру подразделяют на **арматуру парового и водяного пространства**, в которую входят в основном клапаны и краны, и **контрольно-измерительную**. Арматуру для подвода топлива и воздуха обычно относят к соответствующим системам элементов конструкции котла.

Согласно Правилам Регистра всю арматуру котла надо **устанавливать** на приварных патрубках, штуцерах или приварышах с фланцевым креплением. Установка штуцерной арматуры допускается при диаметрах прохода не более 15 мм. При фланцевом соединении на шпильках длина полной резьбы шпилек, входящих в тело приварыша, должна быть не менее наружного диаметра резьбы шпильки. Если конструкция арматуры не позволяет видеть, открыт или закрыт клапан, ее снабжают указателями положения «Открыто» — «Закрыто».

Материалом для изготовления арматуры, крепящейся непосредственно на котле, служит сталь. При рабочих давлениях пара до 1 МПа и температурах до 200°С допускается изготавливать арматуру из **высокопрочного чугуна**, но при условии, что диаметр прохода клапана не превышает 200 мм. Это допущение не распространяется на клапаны предохранительные, питательные и продувания.

Каждый котел оборудуют клапанами, с помощью которых он может быть отключен от всех соединенных с ним трубопроводов. Клапаны устанавливают непосредственно на котле; их называют разобщительными.

Ниже приводится перечень основной арматуры и контрольно-измерительных приборов, а на рис. 1 показаны места их примерного расположения на вспомогательном водотрубном котле с естественной циркуляцией воды.



К арматуре **парового пространства** котла относятся следующие клапаны.

Стопорный клапан 5 служит для сообщения котла с паропроводом, через который осуществляется отбор пара к потребителям. Если котел оборудован пароперегревателем, то на коллекторе пароперегревателя устанавливается также стопорный

клапан перегретого пара. Стопорные клапаны, кроме местного управления, имеют

приводы (обычно валикового типа) для дистанционного управления из доступного места вне машинного отделения, расположенного обычно в районе верхней палубы.

Предохранительные клапаны 6 предназначены для обеспечения безопасного действия котла. Они автоматически сбрасывают избыток пара в случае увеличения его давления выше рабочего. Предохранительные клапаны имеют приводы (обычно тросиковые) для их принудительного открытия («подрыва»). От одного клапана привод выведен к посту управления котлом, а от другого — в доступное место вне машинного отделения. Как правило, приводы клапанов выводят в то же место, куда выведены дистанционные приводы от стопорных клапанов.

Воздушный клапан 4 служит для выпуска воздуха из парового коллектора при заполнении котла водой перед его подготовкой к действию. В дальнейшем клапан закрывают лишь после того, как из него будет интенсивно выходить пар.

Учитывая, что при повышенном кислородосодержании в котле происходит разъедание поверхностей нагрева, воздушные клапаны устанавливают также на экономайзерах, пароохладителях, перепускных трубах к пароперегревателю, если котел имеет это оборудование.

Клапаны к манометрам 7 служат для сообщения котла с манометрами. Их число зависит от конструкции котла. Согласно требованиям Регистра котел должен иметь не менее двух манометров.

Клапаны на автоматику 3 служат для сообщения котла с регуляторами автоматических систем управления.

Помимо перечисленной арматуры парового пространства, котлы в зависимости от их оборудования и назначения могут иметь клапаны для паротушения, к пароохладителю, для продувания пароперегревателя, подачи пара к свистку или паровому тифону и др.

К арматуре **водяного пространства** котла относятся следующие клапаны.

Питательные клапаны 1 служат для подачи питательной воды в котел. В соответствии с требованиями Регистра котлы должны иметь не менее двух независимых питательных систем.

Клапан верхнего продувания 2 предназначен для удаления с зеркала испарения плавающих примесей. Устанавливается на паровом коллекторе.

Клапан нижнего продувания 11 предназначен для удаления из котла осевшего шлама. Устанавливается на водяном коллекторе.

Клапан для взятия проб 9 предназначен для взятия проб воды из котла для проведения ее анализа.

Клапан осушения 10 устанавливается в нижней части котла и служит для его осушения перед вскрытием и чисткой со стороны водяного пространства.

Помимо перечисленной арматуры водяного пространства, котлы могут иметь также клапаны для ввода присадок, на автоматику, к водоуказателям и др.

Некоторые вспомогательные котлы могут быть оборудованы двумя (иногда тремя) пробными кранами. Эти краны устанавливаются так, чтобы их оси располагались на высоте наивысшего и наименьшего допустимых уровней воды в котле. Если кранов три, то один из них устанавливается посередине. С помощью этих кранов можно получить представление об уровне воды в котле в случае выхода из строя основных водоуказателей 8.

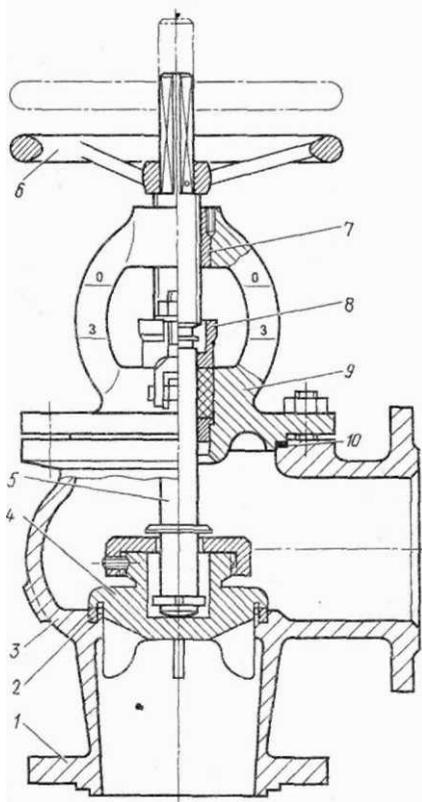


Рис. 2. Угловой невозвратно-запорный стопорный клапан

Поскольку при открывании любого из пробных кранов из-за падения давления из него пойдет пар, то, чтобы определить степень влажности пара, под струю подставляют металлический щит. Если струя пара образуется из зоны, где в котле находится вода, то щит покроется капельками влаги, которые с него будут стекать. Если струя пара идет из зоны, где находится пар, то увлажнение щита практически не наблюдается.

Ниже рассматриваются конструктивные особенности основной арматуры котлов и предъявляемые к ней требования.

Стопорные клапаны. Они могут быть запорными и невозвратно-запорными. В соответствии с требованиями

Регистра при двух и более котлах до соединения их с общей магистралью должны устанавливаться невозвратные клапаны. Это требование не распространяется для случаев, если установлены на котлах стопорные клапаны невозвратно-запорного типа. У запорных клапанов тарелка и шток соединены между собой. Большинство стопорных клапанов невозвратно-запорные, у них подъем тарелки осуществляется под действием давления пара в котле, поэтому их ставят так, чтобы пар из котла поступал под тарелку клапана. Устанавливают клапаны в наиболее удобном для подхода месте. Клапаны могут быть проходным и угловым. Стопорный угловой невозвратно-запорный клапан, рассчитанный на невысокие параметры пара, показан на рис. 2. Он имеет литой стальной корпус 3, который фланцем 1 крепится к приварышу на котле. У крышки 9, установленной на паронитовой прокладке 10, имеется сальник с нажимной втулкой 8 и кронштейн (стойка) с резьбовой втулкой 7. На нижнем конце штока 5 свободно закреплена тарелка клапана 4, а на верхнем на удлиненном квадрате — маховик 6. Удлиненный квадрат сделан для присоединения дистанционного привода. При вращении маховика против часовой стрелки шток клапана, вращаясь своей резьбовой частью во втулке 7, перемещается вверх и клапан под воздействием давления пара поднимается и соединяет котел с паропроводом. При вращении маховика в противоположную сторону шток опускается, прижимает тарелку к гнезду 2 и закрывает клапан. Гнездо клапана изготовлено из нержавеющей стали и запрессовано в корпусе.

Предохранительные клапаны. Согласно требованиям Правил Регистра предохранительные клапаны регулируют так, чтобы максимальное давление при их действии не превышало рабочее более чем на 10%. Каждый котел имеет не менее двух пружинных предохранительных клапанов одинаковой конструкции и размера, установленных непосредственно на паровом коллекторе. Клапаны могут устанавливаться отдельно один от другого, но чаще применяют сдвоенные клапаны,

размещенные в общем корпусе, который крепится на паровом коллекторе на общем патрубке.

Агрегаты, вырабатывающие перегретый пар, оборудуют, кроме того, еще одним предохранительным клапаном, который устанавливается на выходном коллекторе пароперегревателя. Этот клапан должен быть отрегулирован таким образом, чтобы он открывался раньше, чем предохранительный клапан, установленный на паровом коллекторе.

Котлы паропроизводительностью менее 750 кг/ч и утилизационные могут иметь только по одному предохранительному клапану. Клапаны должны иметь устройство для их подрыва вручную при помощи приводов.

Один из клапанов, установленный на паровом коллекторе, после проверки инспектор Регистра пломбирует. С помощью другого неопломбированного клапана можно поддерживать в котле пониженное давление.

Предохранительные клапаны бывают прямодействующими и непрямого действия. В двудействующем прямодействующем предохранительном клапане (рис. 4.3) давление пара воздействует непосредственно на тарелку 1 клапана. Тарелка 1 прижата к гнезду пружиной 3 через тарелку 4 с помощью втулки 6, ввернутой в крышку 2. Пружину затягивают, ввертывая

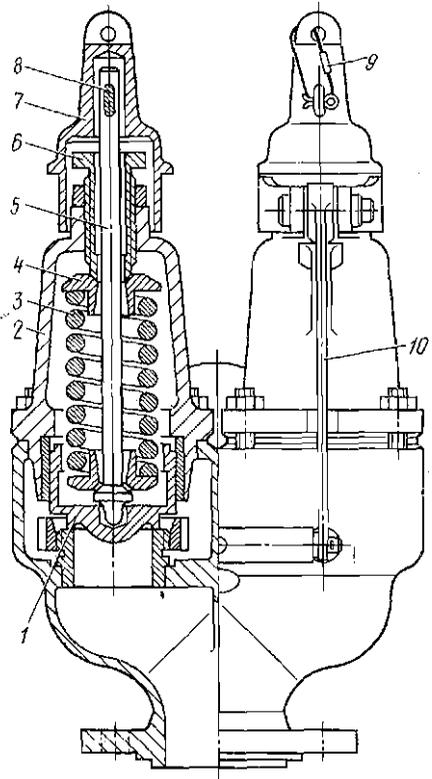


Рис. 3. Двудействующий прямодействующий предохранительный клапан

или вывертывая втулку 6 при снятом колпаке 7.

При превышении заданного давления пара в котле тарелка клапана, преодолевая натяжение пружины, под действием давления пара поднимается и избыток пара выпускается через паропроводящий трубопровод (вестовую трубу) в атмосферу. При снижении давления пара до заданного под действием пружины клапан, закрывается. Для подрыва клапана вручную имеется привод с рычагом 10, который связан с колпаком; последний в свою очередь чекой 8 соединен со штоком 5. При повороте рычага колпак поднимется и, воздействуя через чеку на шток, поднимает тарелку клапана. Из-за наличия пломбы 9 исключается возможность дополнительной регулировки клапана.

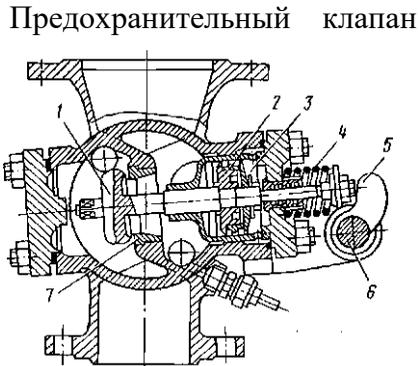


Рис. 4. Предохранительный клапан непрямого действия

рассмотренной конструкции применяется в котлах невысоких давлений и — малой паропроизводительности. С ростом паропроизводительности увеличивается количество пара, которое должен пропустить предохранительный клапан, а следовательно, его тарелка должна быть большого диаметра. Для удержания тарелки большого диаметра в

закрытом состоянии необходимо использовать большую и жесткую пружину, которая малочувствительна к регулировке и потому не может обеспечивать подрыв клапана при превышении рабочего давления в установленных пределах. Для устранения этого нежелательного явления современные высокопроизводительные котлы оборудуют контрольным (импульсным) и предохранительным клапанами, при этом последний является клапаном непрямого действия.

Импульсные клапаны изготавливают на небольшие диаметры прохода, благодаря чему можно оборудовать их сравнительно

небольшими и нежесткими пружинами, хорошо обеспечивающими регулирование в установленных пределах. По принципу действия и устройства импульсные клапаны практически не отличаются от прямодействующих предохранительных. Различие состоит лишь в том, что при подрыве импульсного клапана пар не отводится в атмосферу, а поступает в поршневую полость предохранительного клапана.

Одна из конструкций предохранительного клапана непрямого действия показана на рис. 4. Это сдвоенный клапан, установленный непосредственно на паровом коллекторе котла. Давление от импульсного клапана передается по трубе в полость 3 над поршнем 2 исполнительного механизма (ИМ). Поскольку диаметр поршня ИМ больше диаметра тарелки 1 клапана, поршень преодолет сопротивление пружины 4 и клапан откроется, в результате чего будет уменьшен излишек давления в коллекторе котла. Когда давление снизится, импульсный клапан закроется, давление в полости ИМ упадет и клапан под действием пружины сядет на гнездо 7. Для подрыва клапана вручную имеется валик 6 с кулачком 5.

Схема работы импульсного и предохранительного клапанов показана на рис. 5. Из зарубежных конструкций предохранительные клапаны такого типа известны как клапаны системы «Кокберн».

Питательные клапаны. Они предназначены для подачи питательной воды в котел и регулирования ее количества в зависимости от нагрузки.

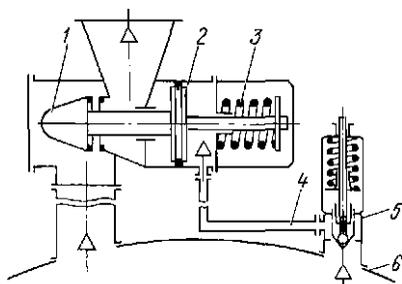


Рис. 5. Схема действия импульсного и предохранительного клапанов: 1 — тарелка предохранительного клапана; 2 — поршень серводвигателя; 3 — пружина; 4 — импульсный трубопровод; 5 — импульсный клапан; 6 — паровой коллектор

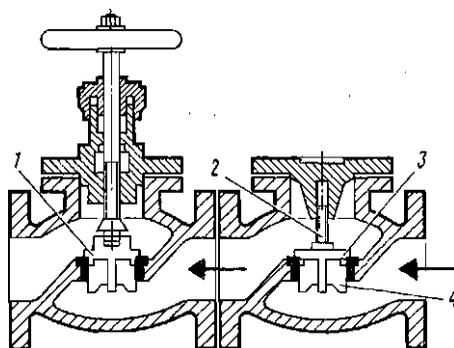
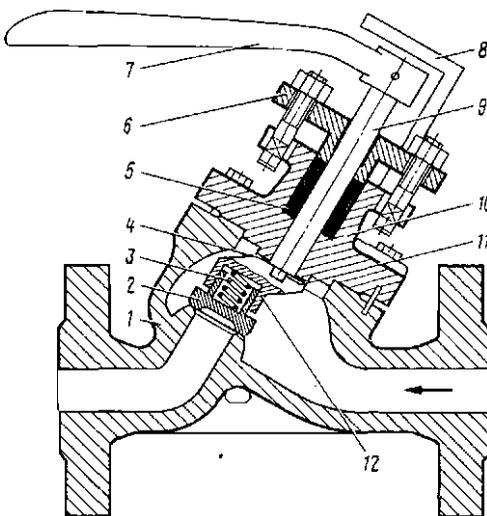


Рис. 6. Разобщительный и невозвратный питательные клапаны

По правилам Регистра каждый котел оборудуют двумя разобщительными и двумя невозвратными питательными клапанами. Разобщительный клапан 1 (рис. 6) устанавливается непосредственно на котле, а невозвратный 3 — перед разобщительным. Разобщительные клапаны конструктивно могут выполняться запорными и невозвратно-запорными. Допускается размещение разобщительного и невозвратного клапанов в одном корпусе. Утилизационный котел может иметь только один невозвратно-запорный питательный клапан. Невозвратный клапан устанавливается для того, чтобы при остановке питания вода не возвращалась обратно в питательную магистраль. Особенность невозвратного клапана заключается в том, что он не имеет штока. Направляющий палец 2 и ребра 4 служат лишь для направления движения клапана. Клапан поднимается под воздействием давления питательной воды, подаваемой насосом, которое немного выше давления в котле. При прекращении поступления питательной воды вода в котле под воздействием своего давления прижмет клапан к седлу.

Клапаны верхнего и нижнего продувания. Эти клапаны предназначены для удаления части воды из котла за борт в период его эксплуатации для снижения солености воды и удаления шлама, масла с поверхности. Клапаны верхнего продувания



выполняют обычными запорными или дроссельно-запорными, так как ими пользуются во время работы котла и они должны обеспечить снижение давления продуваемой воды до атмосферного. Тарелка дроссельно-запорного клапана имеет конусную форму. Дросселирование происходит в зазоре между гнездом и конусной частью тарелки.

Клапаны нижнего продувания чаще выполняют обычными запорными. У вспомогательных котлов

Рис. 7. Дискový кран нижнего продувания

невысоких давлений, у которых нижнее продувание проводят при неработающем котле или работающем на пониженном давлении, могут применяться пробковые или дисковые краны. Устройство одной из разновидностей дискового крана показано на рис. 7. Кран состоит из корпуса 1 и крышки 10, в которой находится сальниковое уплотнение 5 с нажимной втулкой 6. Шток крана 9 на нижнем конце имеет гнездо 12, смещенное от оси. Гнездо вместе с установленным в нем диском 2 выполняет роль заслонки. Диск 2 прижимается пружиной 3 к корпусу. Для исключения перемещения штока вдоль оси на нем сделан заплечик 11 с упорной шайбой 4, упирающейся в крышку корпуса. Запорным органом является диск, притертый к корпусу. На верхнем конце штока закреплена ручка 7. При повороте штока диск сходит с отверстия в сторону, открывая проход для воды. Для концентрации внимания обслуживающего персонала, чтобы

нельзя было забыть об открытом кране нижнего продувания, на крышке сделан заплечик 8, из-за наличия которого невозможно снять ручку при открытом положении крана. Ручку часто изготавливают удлиненной. Иногда предусматривается, чтобы при открытом кране ручка расположилась, например, в проходе.

Контрольно-измерительные приборы.

Для безопасной, надежной и экономичной эксплуатации котельной установки при ручном и автоматическом управлении необходим постоянный или периодический контроль ее основных параметров. С этой целью установку оборудуют контрольно-измерительными приборами и устройствами. Они контролируют параметры котла и обслуживающих его систем и устройств. Контролю подлежат **давление пара, температуры перегретого и охлажденного пара** (если котел имеет пароперегреватель и пароохладитель), **уровень воды в котле, давления и температуры питательной воды, топлива и воздуха, расход топлива и воды, температура уходящих газов и их химический состав** (в основном у главных котлов), **качество питательной, добавочной и котельной воды, а также ряд других параметров.**

Минимальное число штатных приборов, необходимое для постоянного контроля основных параметров работающей установки, определено Правилами Регистра, согласно которым каждый котел должен быть оснащен двумя водоуказателями, двумя манометрами для измерения давления пара в котле и термометрами для измерения температуры перегретого пара и воды в экономайзере, если котел ими оборудован. При этом использование приборов дистанционного контроля не исключает необходимости установки приборов местного контроля. В зависимости от типа и назначения котельной установки и в соответствии с заводскими инструкциями установка может быть снабжена, кроме водоуказателей, манометров и термометров, также барометрами, тягомерами, расходомерами, солемерами, уровнемерами, рН-метрами, кислородомерами, газоанализаторами и др.

Устройство и принцип действия контрольно-измерительных приборов, применяемых в котельных установках, изучают в курсе «Судовая автоматика», поэтому ниже рассматриваются конструкции и принцип действия только водоуказательных приборов.

На каждом котле, имеющем зеркало испарения, должно устанавливаться не менее двух независимых водоуказателей. На котлах с паропроизводительностью до 750 кг/ч и утилизационных агрегатах допускается устанавливать только один прибор. Водоуказатель действует по принципу сообщающихся сосудов, его верхняя часть соединена с паровым, нижняя — с водяным пространством.

В судовых котлах применяют водоуказатели уровня только с плоскими стеклами или с плоским набором слюдяных пластин. Последние используют при рабочих давлениях выше 3,2 МПа. Водоуказатели устанавливают со стороны переднего фронта. Они должны иметь запорные устройства со стороны парового и

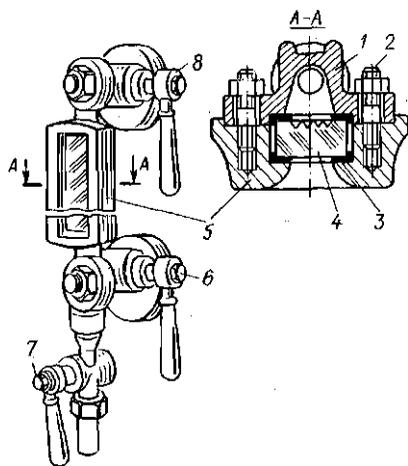


Рис. 8. Водоуказатель с кранами

водяного пространств котла, соединяться с помощью независимых патрубков, хорошо освещаться.

Водоуказатель устанавливают так, чтобы нижняя кромка прорези его рамки находилась ниже низшего уровня воды в котле не менее чем на 50 мм. Низший уровень отмечают риской на рамке водоуказателя, а на прикрепленной к корпусу котла табличке наносят контрольную риску и надпись

«Низший уровень». Табличку размещают около водоуказателя, она не должна закрываться изоляцией.

Низший уровень должен находиться над высшей точкой поверхности нагрева на расстоянии не менее 150 мм от нее. Это

расстояние должно сохраняться при крене до 5° на любой борт и при всех возможных эксплуатационных дифферентах. Высшей

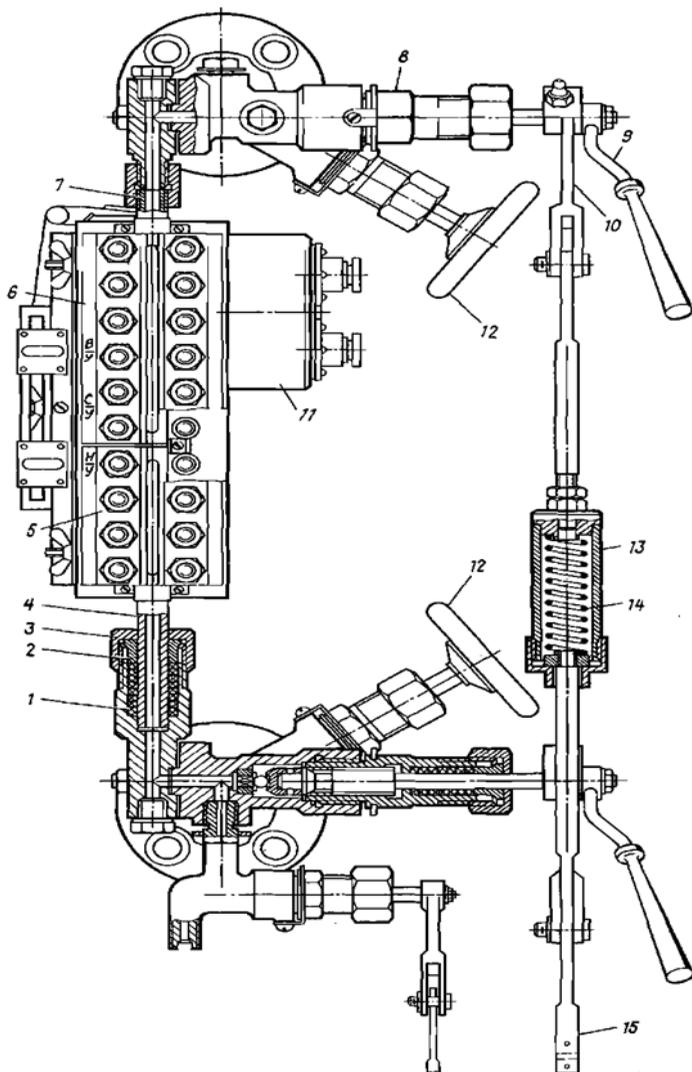


Рис.9. Водоуказатель с клапанами

точкой поверхности нагрева у водотрубных котлов принимается

верхнее положение верхних кромок наиболее высокорасположенных опускных труб. У газотрубных котлов высшая точка поверхности нагрева определяется конструкцией агрегата. На этих котлах устанавливают специальный указатель и табличку с надписью «Высшая точка поверхности нагрева», которые прикрепляют вблизи таблички низшего уровня. Обычно на водоуказателях современных котлов отмечают также верхний и средний уровни.

Водоуказатель вспомогательного котла невысокого давления показан на рис. 9. Водоуказатель состоит из плоского стекла 4, вставленного в гнездо рамки 1 и прижатого оправой 5 с помощью шпилек 2. В рамке за стеклом имеется канал, сообщающийся с паровым и водяным пространствами котла. Стекло с одной стороны имеет гладкую поверхность, а с другой, обращенной внутрь, — поверхность с продольными параллельными призматическими канавками. Вследствие преломления света в призматических канавках стекла вода кажется темной, а пар — серебристым, что улучшает видимость уровня воды. С обеих сторон стекла установлены прокладки 3, обеспечивающие герметичность соединения. В зарубежных конструкциях такие стекла обычно называют стеклами Клингера.

Собранный водоуказатель устанавливают в верхний и нижний корпус кранов. Когда водоуказательный прибор исправен, уровень воды в нем слегка колеблется. При неподвижном уровне возможно засорение каналов. В этом случае прибор продувают, открывая попеременно краны ручками 6, 7, 8 на продувочном трубопроводе.

Наряду с водоуказателями, оборудованными кранами пробкового типа, широко используют приборы с клапанными коробками, в которых располагаются запорные и быстро-запорные клапаны. В них применяются такие же плоские стекла, а при высоких давлениях — слюдяные пластины.

Водоуказатель котлов высокого давления.

Водоуказатель котлов высокого давления показан на рис. 10. Он сообщается с паровым и водяным пространством с помощью клапанов 12 и быстрозапорных клапанов 8 с дистанционным

приводом, в состав которого входят рычаги 10, рукоятки 9, стакан 13 с пружиной 14, а также тяга 15. Последняя имеет удлинитель с ручкой для управления

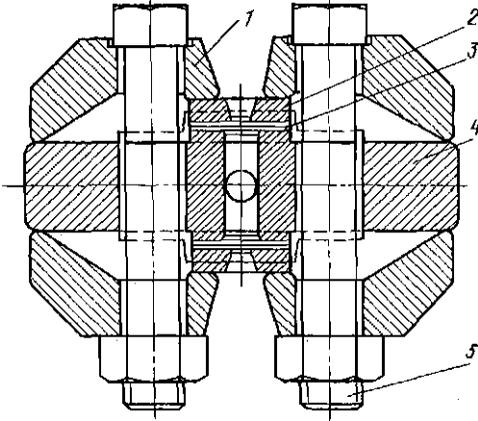


Рис. 10. Крепление слюдяных пластин:
1 — упорная планка; 2 — рамка; 3 — слюдяные пластины; 4 — корпус; 5 — болты

быстрозапорными клапанами с нижней площадки обслуживания. Клапанные коробки соединяются со смотровой рамкой при помощи штуцеров 4 и 7. Уплотнение нижнего штуцера осуществляется с помощью мягкой набивки 1, нажимной втулки 2 и гайки 3. Посредством привода дистанционного управления можно одним

движением (для этого на штоке клапана имеется резьба) быстро закрыть клапаны 8, если стекло разрушилось. Клапанами 12 пользуются для поочередной продувки паровых и водяных каналов в такой последовательности: открывают нижний клапан (или кран) продувания, закрывают паровой клапан на водоуказателе, открывают паровой клапан водоуказателя и закрывают водяной, открывают водяной и закрывают клапан (или кран) продувания.

Непосредственно сам водоуказатель 5 состоит из корпуса, рамки и стекла или слюдяных пластин, зажатых корпусом и рамкой посредством упорных планок и болтов. При применении слюдяных пластин для сокращения их длины щель в корпусе разделена на две части. Каждый пакет пластин имеет толщину примерно 8 мм и состоит из отдельных пластин толщиной приблизительно 0,8 мм каждая. Для улучшения видимости уровня в головке 11 установлена осветительная лампа. Прибор

оборудован планкой 6, на которой нанесены отметки уровней: верхнего — ВУ, среднего — СУ и низшего — НУ.

Крепление слюдяных пластин показано на рис. 10, а на рис. 11 показана компоновка быстрозапорного клапана 2 и разобщительного клапана 1 в клапанной коробке рассмотренного водоуказателя.

Если котел большой и паровой коллектор расположен высоко, наблюдать за уровнем воды в нем становится неудобно. В некоторых случаях используют простейший способ наблюдения за уровнем с помощью двух простых зеркал. Верхнее зеркало направлено непосредственно на водоуказатель, а нижнее ориентировано на верхнее зеркало так, что в нижнем зеркале весь водоуказатель виден.

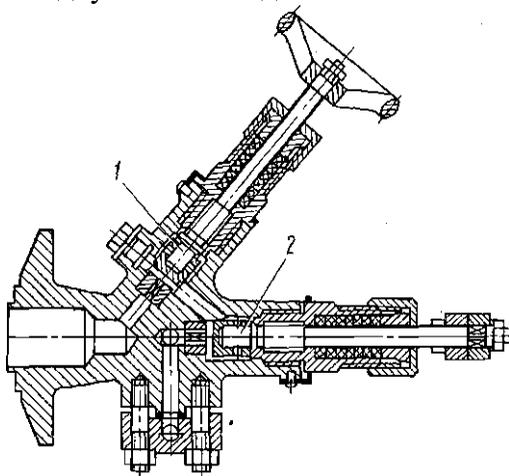


Рис. 12. Клапанная коробка водоуказателя

Для того чтобы можно было вести наблюдение за уровнем воды в котле не только с местного пульта, но и с центрального поста управления, на ряде судов применяют сниженные указатели уровня. Для этих указателей уровня применяются жидкости, плотность которых больше плотности воды и которые с водой не смешиваются:

тетрахлорид, четыреххлористый углерод и другие вещества. Для лучшей видимости тяжелую жидкость окрашивают, как правило, в красный цвет.

Принцип работы сниженного указателя показан на схеме рис. 13.

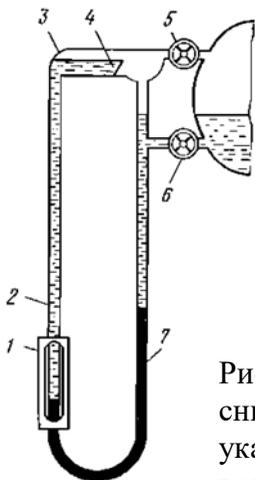


Рис. 13 Схема сниженного указателя уровня воды в котле

Устройство представляет собой U-образную петлю, нижняя часть которой заполнена тяжелой жидкостью. На левой ветви установлен сниженный указатель 1, который сообщается через клапан 5 с паровым, а через клапан 6 — с водяным пространством котла. Труба 2 заполнена

конденсатом. У нее имеется неизолированная конденсационная полость 3, откуда излишек воды из-за конденсации пара или изменения уровня через перегородку 4 стекает в трубу 2. Таким образом, в трубе 2 обеспечено постоянство уровня, а следовательно, и сохранение неизменной высоты столба жидкости. В трубе 7 уровень меняется и соответствует уровню воды в паровом коллекторе котла. При повышении уровня воды в котле увеличится высота столба воды в трубе 7, из-за чего повышается давление на поверхность тяжелой жидкости, поэтому уровень в указателе 1 поднимется.

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования предъявляются Регистром к котельной арматуре?
2. Какая арматура относится к паровому и какая к водяному пространству котла?
3. Какие клапаны на котле должны иметь дистанционные приводы?
4. Как устанавливаются на котле водоуказатели?
5. Как работает сниженный водоуказатель?
6. Как производят продувание водоуказателя?

Литература

Верете А. Г., Дельвинг А. К. Судовые паровые и газовые энергетические установки: Учебник для мореходных училищ.—2-е изд., перераб. и доп.— М.: Транспорт, 1990.- 240 с. Стр. 50-60