

Урок 55 Тема 8.1 Паровые котлы, парообразователи, водогрейные котлы

Цели занятия:

Обучающая – Изучить конструкцию оборудования парового котла, систему водоподготовки и питания котла, арматуру котла; научиться систематизировать содержание материала, его обобщать и делать выводы.

Развивающая - Формировать умения сравнивать, выделять в изученном существенное, устанавливать причинно-следственные связи, делать обобщения, связно излагать и доказывать учебный материал; применять, выполнять и систематизировать полученные знания; пользоваться справочной и учебной литературой.

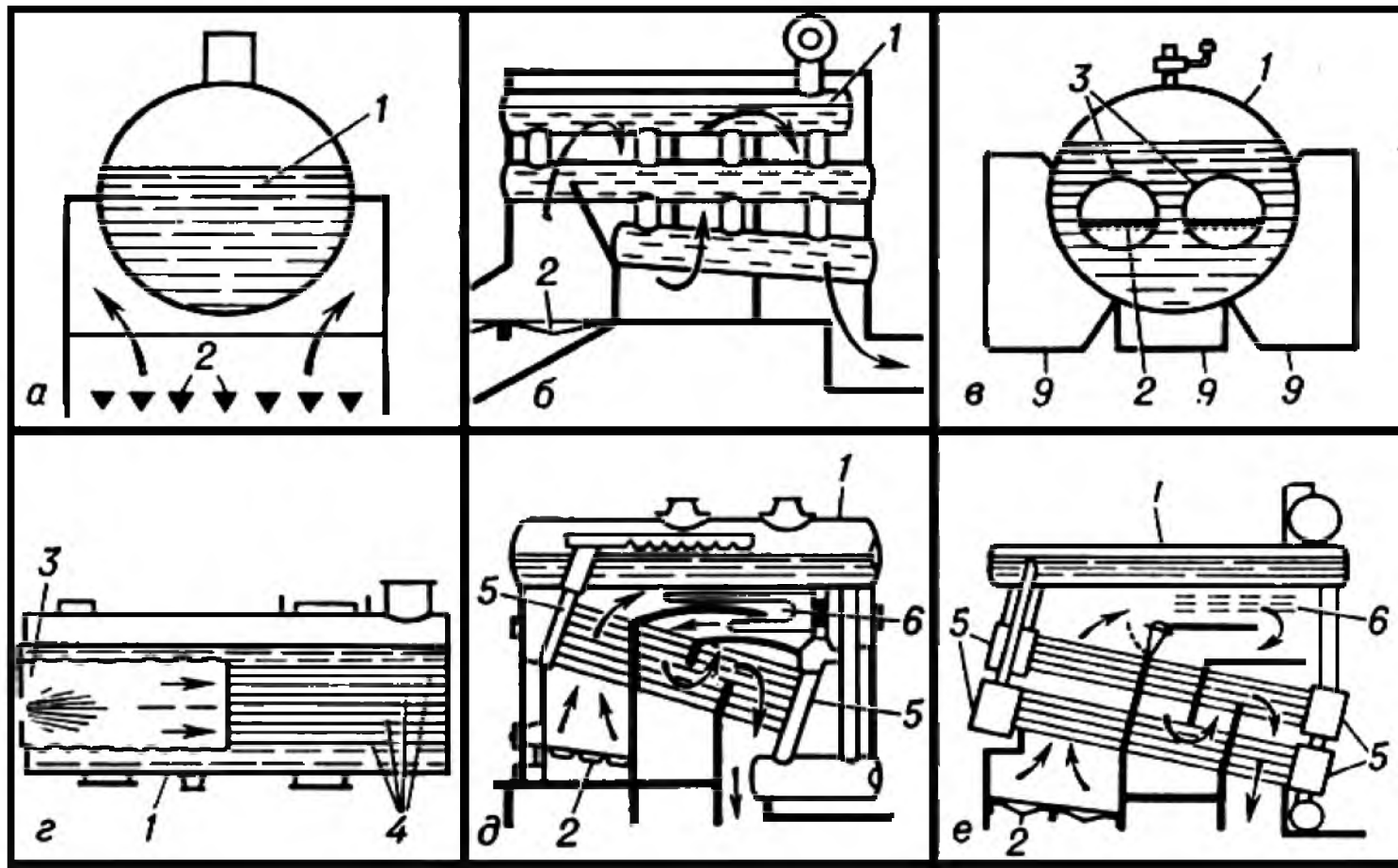
Воспитывающая - Воспитывать умения организовать свой учебный труд; соблюдать правила работы в коллективе; развитие нравственных качеств

Содержание урока:

- 1. Общие сведения о котельной установке: основные определения, назначение и принцип работы котельной установки.**
- 2. Классификация паровых котлов.**
- 3. Топки для факельного сжигания пылевидного топлива.**
- 4. Топочные экраны и испарительные поверхности нагрева.**
- 5. Арматура котла.**

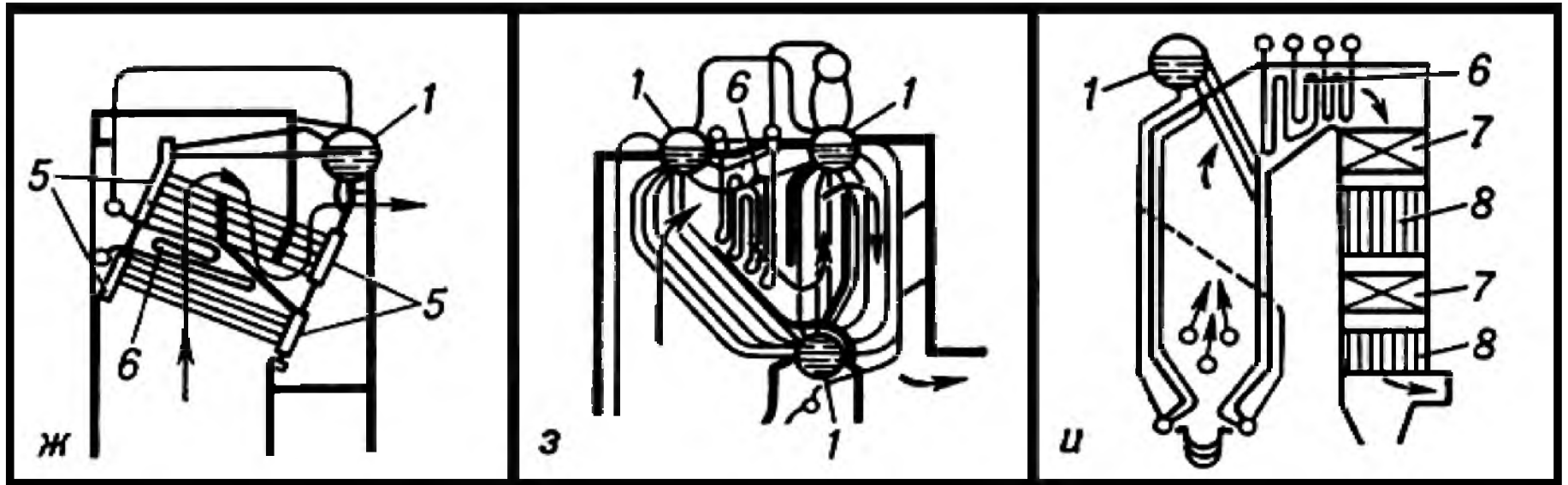
Паровой (водогрейный) котёл – это устройство, в котором для получения пара (горячей воды) требуемых параметров используют теплоту, выделяющуюся при сгорании органического топлива или отходящих газов.

Как правило котлы, использующие теплоту отходящих от других устройств газов, называют *котлами-утилизаторами*.



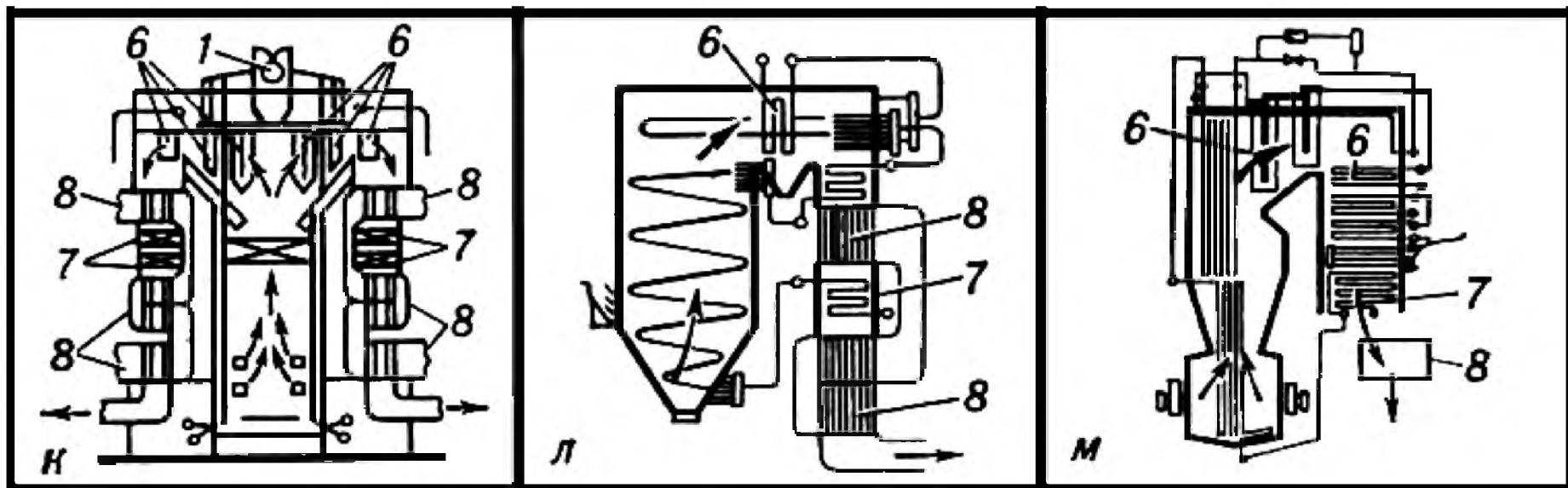
а - цилиндрический; б - батарейный; в-жаротрубный; г - жаротрубно-дымогарный (локомотивный); д - камерный горизонтально водотрубный; е - камерный горизонтально водотрубный конструкции В. Г. Шухова;

Рисунок 1 - Конструкции паровых котлов



Ж - двухсекционный горизонтально-водотрубный ("морской"); **З** - вертикально-водо-трубный с гнутыми трубами; **И** - вертикально-водотрубный с П-образной компоновкой;

Конструкции паровых котлов



к - верти-кально-водотрубный с *T*-образной компоновкой; **л**-
 прямоточный конструкции Л. К. Рамзина; **м** - прямо-точный
 котёл ТШ-210А ; **1** - барабан; **2** - колосниковая решётка; **3** -
 жаровая труба; **4** - дымогарная труба; **5** - сборная камера; **6** -
 пароперегреватель; **7** - водяной экономайзер; **8** - воздухоподогре-
 ватель; **9** - газоход.

Конструкции паровых котлов

Для нормального функционирования котла требуется обеспечить подачу, подготовку и сжигание топлива, подачу окислителя для горения, а также удалить образующиеся продукты сгорания, золу и шлак (при сжигании твёрдого топлива) и др. Вспомогательное оборудование, предназначенное для этих целей, включает:

- дутьевые вентиляторы и дымососы – для подачи воздуха в котёл и удаления из него в атмосферу продуктов сгорания;**
- бункера, питатели сырого топлива и пыли, углеразмольные мельницы – для обеспечения непрерывного транспорта и приготовления пылевидного топлива требуемого качества;**
- золоулавливающее и золошлакоудаляющее оборудование – комплекс устройств для очистки дымовых газов от зольных частиц с целью охраны окружающей среды от загрязнения и для организованного отвода уловленной золы и шлака;**
- устройства для профилактической очистки наружной поверхности труб котла от загрязнений;**

Теплота от продуктов сгорания может передаваться излучением (радиацией) или конвекцией. В соответствии с этим различают поверхности нагрева:

радиационные – получающие в основном теплоту от продуктов сгорания за счёт их излучения;

конвективные – с преимущественным получением теплоты конвекцией;

радиационно-конвективные – получают теплоту излучением и конвекцией примерно в равных количествах.

В качестве нагревательных поверхностей нагрева применяют экономайзеры 18 – обогреваемые продуктами сгорания устройства, предназначенные для подогрева (или для подогрева и частичного парообразования) воды, поступающей в паровой котёл.

В соответствии с этим различают экономайзеры не кипящего или кипящего типа. Экономайзеры располагают в зоне относительно невысоких температур в конвективной опускной шахте; они являются конвективными поверхностями нагрева.

Топочный экран (или просто экран) парового котла – это поверхности нагрева, состоящие из труб 12, расположенных в одной плоскости у стен топочной камеры и способствующих ограждению последних от воздействия высоких температур.

Фестон – полурадационная поверхность нагрева, располагаемая в выходном окне топки и образованная как правило, трубами заднего экрана, разведённые на значительные расстояния путём образования многорядных пучков.

Котельный пучок – это система параллельно включённых труб конвективной парообразующей поверхности котла, соединённых общими коллекторами или барабанами.

Пароперегревательные поверхности нагрева (или пароперегреватели) могут быть радиационными, полурadiационными и конвективными.

Радиационные пароперегреватели располагают на стенах топки или на её потолке и соответственно называют настенными радиационными или потолочными пароперегревателями.

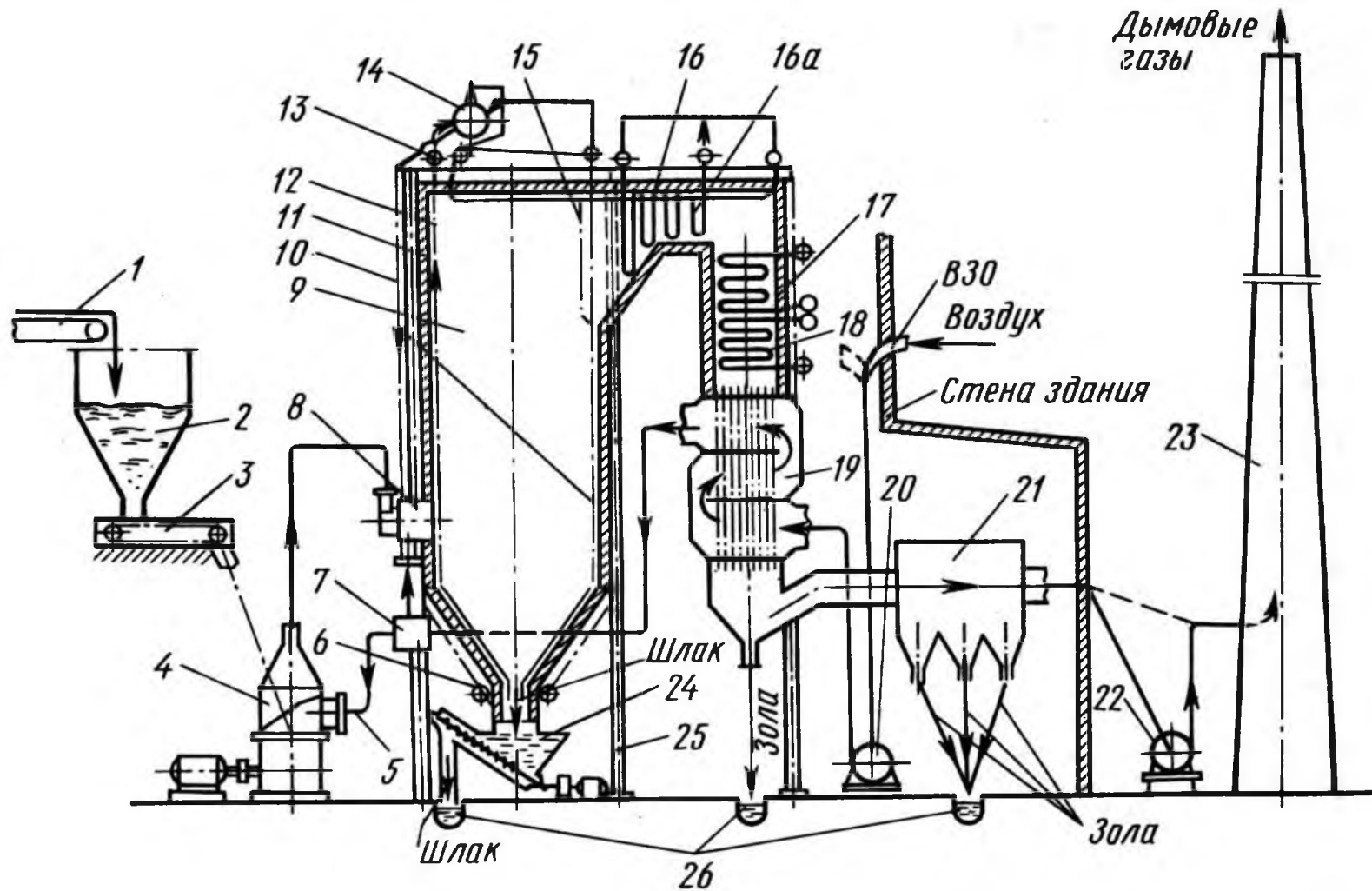
Полурadiационные пароперегреватели устанавливают в выходном сечении топки. Как правило, это ширмовые пароперегреватели – поверхности нагрева, в которых соседние трубы одного ряда отстоят друг от друга на значительном расстоянии (не менее пяти диаметров трубы).

Конвективные пароперегреватели *16а* преимущественно устанавливают в переходном горизонтальном газоходе или в начале (по ходу газов) конвективной шахте.

При повышении давления перегретого пара, стали применять дополнительный (промежуточный) перегрев пара, для чего в котлах предусматриваются соответственно промежуточные пароперегреватели *17*.

Совокупность последовательно расположенных по ходу рабочего тела поверхностей нагрева, соединяющих их трубопроводов и установленных дополнительных устройств составляет пароводяной тракт парового котла.

Для нормального функционирования котла необходимо обеспечить подготовку и подачу к нему топлива, подачу окислителя для горения, а также удалить образующиеся продукты сгорания, золу и шлак (при сжигании твердого топлива) и др. Вспомогательное оборудование котла - это дутьевые вентиляторы и дымососы для подачи воздуха в котел и удаления из него в атмосферу продуктов сгорания; бункера, питатели сырого топлива и пыли; углеразмольные мельницы для обеспечения непрерывной подачи и приготовления пылевидного топлива требуемого качества; золоулавливающее и золошлакоудаляющее оборудование для очистки дымовых газов от золовых частиц с целью охраны окружающей среды от загрязнения и для организованного отвода уловленной золы и шлака; устройства для профилактической очистки наружной поверхности труб котла от загрязнений; контрольно-измерительная аппаратура; водоподготовительные установки для обработки исходной (природной) воды до заданного качества.



1 – угольный конвейер; 2 – бункер сырого топлива; 3 – питатель угля; 4 – мельница; 5 – короб первичного воздуха (на сушку); 6 – нижние коллекторы экранов; 7 – общий короб горячего воздуха; 8 – горелки; 9 – топочная камера; 10 – опускные трубы; 11 – обмуровка; 12 – трубы топочных экранов; 13 – верхние коллекторы топочных экранов; 14 – барабан; 15 – фестон; 16, 16а – потолочный и конвективный воздухоподогреватель; 17 – промежуточный пароперегреватель; 18 – экономайзер; 19 – воздухоподогреватель; 20 – дутьевой вентилятор; 21 – золоулавливатель (электрофильтр); 22 – дымосос; 23 – дымовая труба; 24 – шлакоудаляющее устройство; 25 – колонны каркаса; 26 – каналы гидрозоло (шлако) удаления

Рисунок 2 – Схема котельной установки с барабанным котлом естественной циркуляции на твёрдом топливе

Схема котельной установки (рис. 2) по трактам соответствующего назначения: пароводяного, топливного, воздушного, газового и золошлакоудаляющего. Котел - барабанный, высокого давления с естественной циркуляцией со сжиганием твердого топлива в пылевидном состоянии. Основными элементами котла являются поверхности нагрева - теплообменные поверхности, предназначенные для передачи теплоты от теплоносителя к рабочей среде (воде, пароводяной смеси, пару или воздуху). В зависимости от процессов преобразования рабочего тела различают нагревательные, испарительные и перегревательные поверхности нагрева.

Теплота от продуктов сгорания может передаваться излучением (радиацией) и конвекцией. В соответствии с этим различают поверхности нагрева радиационные, конвективные и радиационно-конвективные (полурadiационные). Нагревательной поверхностью является экономайзер 18, предназначенный для подогрева или для подогрева и частичного

испарения питательной воды, поступающей в котел. В соответствии с этим различают экономайзеры некипящего или кипящего типа. Экономайзер располагают в зоне относительно невысоких температур в конвективной опускной шахте, они являются конвективными поверхностями нагрева.

Испарительные поверхности нагрева размещают в топке 9 в области наиболее высоких температур или в газоходе, расположенном за топкой. Это, как правило, радиационные или радиационно-конвективные поверхности нагрева - экраны, фестоны, котельные пучки. Экраны 11 -это поверхности нагрева котла, расположенные на стенах топки и газоходов и ограждающие их от воздействия высоких температур. Экраны могут быть установлены внутри топки - двусветные экраны. В этом случае они подвергаются двустороннему облучению.

Следует отметить, что фестон и особенно котельные пучки применяют в котлах среднего давления относительно небольшой производительности.

Фестон - полурadiaционная поверхность нагрева, располагаемая в выходном окне топки и образованная, как правило, трубами заднего экрана, разведенными на значительные расстояния путем образования многорядных пучков. Котельный пучок - это система параллельно включенных труб конвективной парообразующей поверхности котла, соединенных общими коллекторами" или барабанами. Перегреватели (перегревательные поверхности нагрева) могут быть радиационными, ширмовыми и конвективными. Радиационные перегреватели располагают на стенах топки или на ее потолке и соответственно называют настенным радиационным или потолочным перегревателем. Ширмовые перегреватели **15** -поверхности нагрева, в которых ширмы расположены с большим поперечным шагом (не менее пяти диаметров трубы), - получают теплоту газов излучением и конвекцией примерно в равных количествах. Конвективные перегреватели **16** устанавливают в газоходах: в

переходном горизонтальном или в начале (по ходу газов) конвективной шахты.

Совокупность последовательно расположенных по ходу рабочего тела поверхностей нагрева, соединяющих их трубопроводов и установленных дополнительных устройств составляет пароводяной тракт котла. В основной пароводяной тракт котла, схема котельной установки которого показана на *рис.2*, входят экономайзер *18*, отводящие трубы, барабан *14*, опускные трубы *10* и нижний распределительный коллектор *6*, экраны, потолочный перегреватель, первая и вторая ступени конвективного перегревателя *16*. Промежуточный перегреватель *17* является элементом пароводяного тракта промежуточного перегрева пара.

Топливный тракт котла представляет собой совокупность оборудования для подачи топлива к горелкам *8* и подготовки его к сжиганию. Он включает конвейер *1*, бункер *2*, питатели *3* сырого топлива и пыли, топливные точки и пылепроводы.

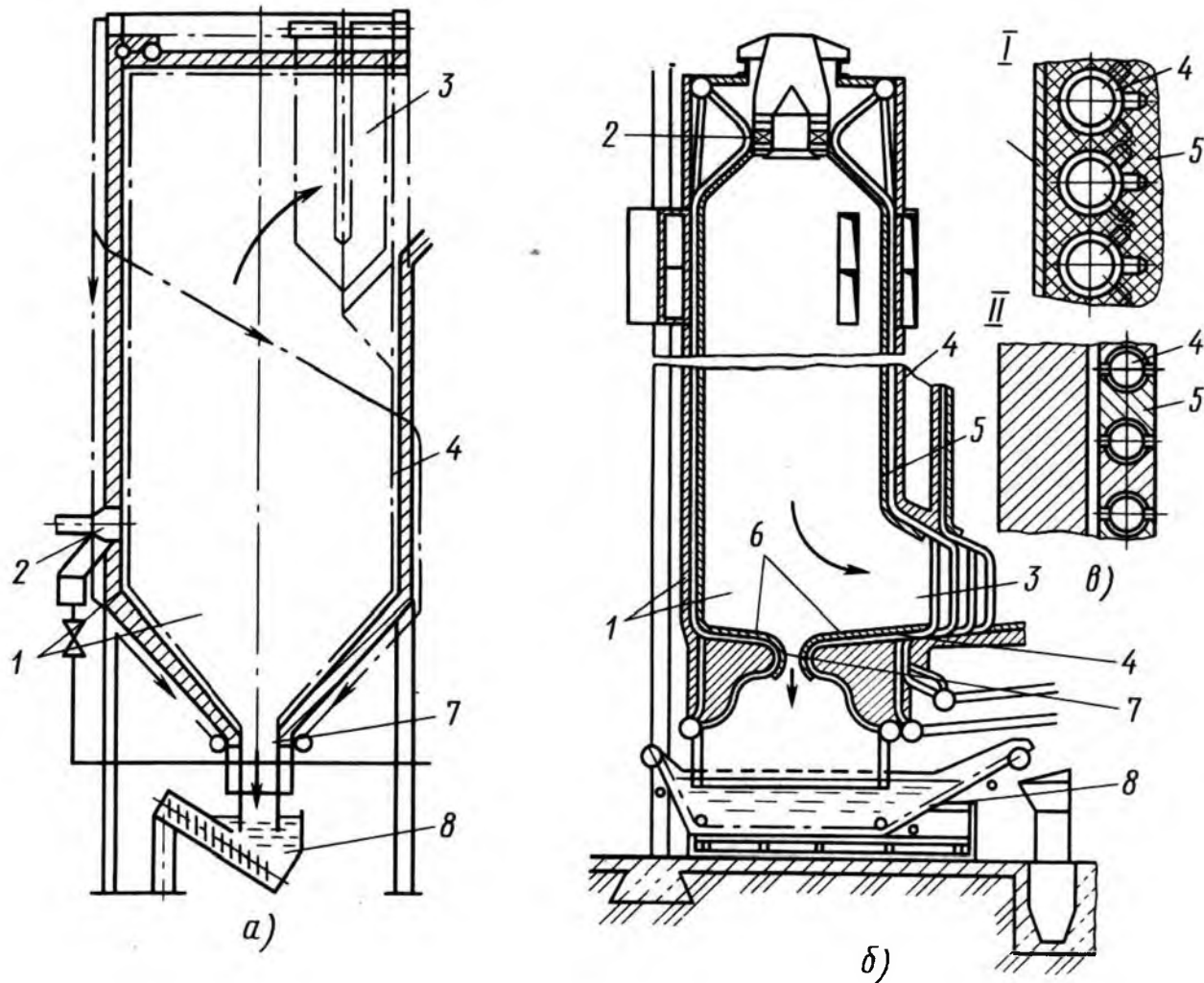
Бункера сырого топлива, предназначенные для хранения определенного, постоянно возобновляемого запаса топлива, обеспечивают непрерывную работу котла.

Питатели сырого топлива - устройства для дозирования и подачи топлива из бункера в мельницу 4, предназначенную для получения угольной пыли требуемого качества. В мельницу одновременно с топливом для его сушки подается сушильный агент, в данном случае воздух (*по коробу 5*).

Для сжигания топлива используется воздух. В воздушный тракт котельной установки входят заборный воздуховод, дутьевой вентилятор 20, воздухоподогреватель 19, коробка 5 и 7 первичного и вторичного воздуха. Воздушный тракт (кроме заборного воздуховода) находится под избыточным давлением, развиваемым дутьевым вентилятором. Подогретый в воздухоподогревателе 19 воздух используется для сушки топлива, что позволяет повысить интенсивность и экономичность его горения.

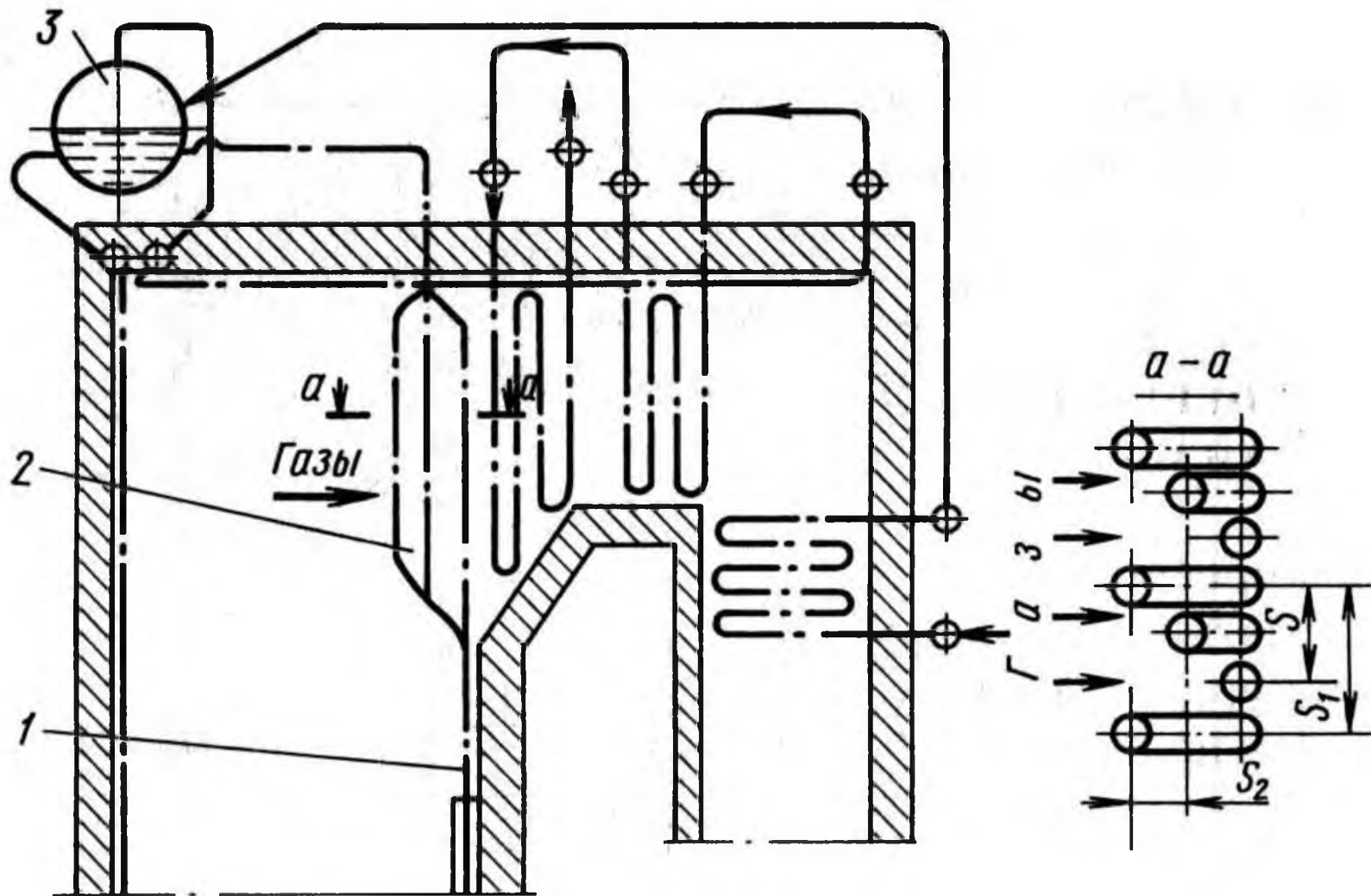
Различают рекуперативные и регенеративные воздухоподогреватели. В рекуперативном (в данном случае трубчатый) воздухоподогревателе теплота от продуктов сгорания к воздуху передается через разделяющую их теплообменную поверхность. В регенеративном воздухоподогревателе передача теплоты от продуктов сгорания к воздуху осуществляется через одни и те же периодически нагреваемые (продуктами сгорания) и охлаждаемые (воздухом) теплообменные поверхности.

Продукты сгорания проходят последовательно все поверхности нагрева и после очистки от золы в золоуловителях **21** выводятся через дымовую трубу **23** в атмосферу. Все это составляет газовый тракт котла, который может находиться под давлением (дутьевого вентилятора) либо, как в рассматриваемой котельной установке, под разрежением. В последнем случае в газовом тракте после золоуловителей установлен дымосос **22**. Шлакоудаляющие устройства **25**, золоуловители **21** и каналы **24** входят в тракт золошлакоудаления.



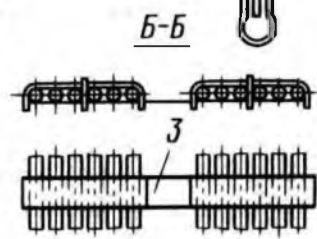
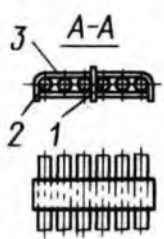
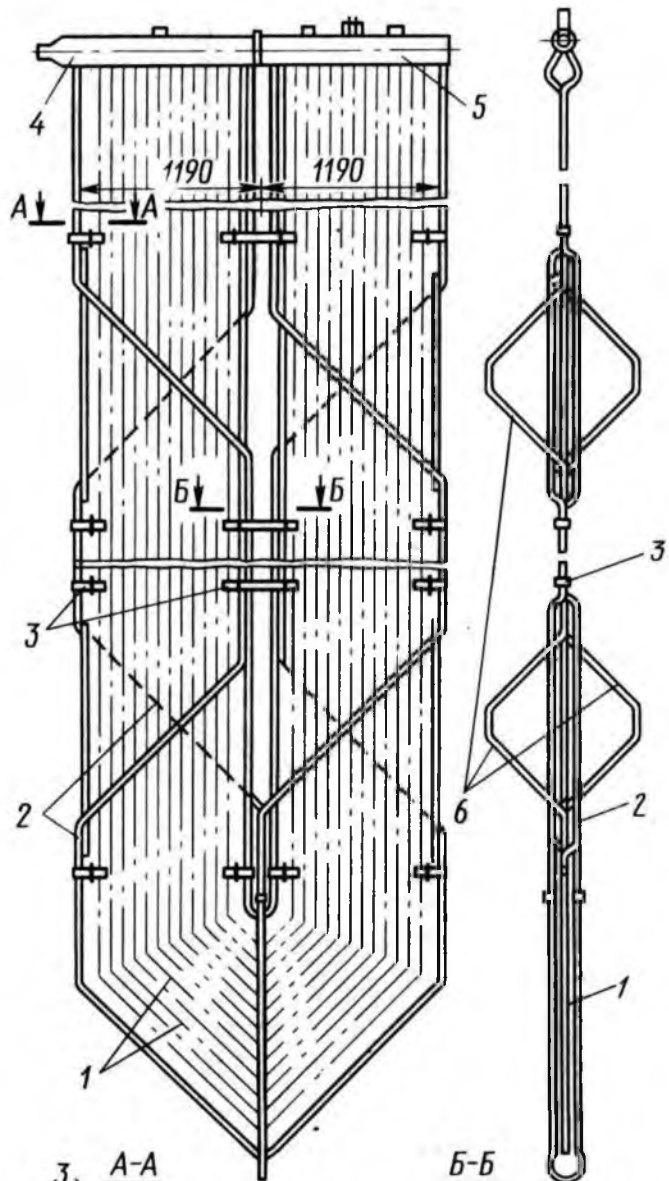
1 – стены топочной камеры; **2** – горелки; **3** – газоход; **4** – экранные трубы; **5** – обмазка (кирпичи); **6** – шлаковый под; **7** – воронка шлакоудаления; **8** – шлакоудаляющее устройство

Рисунок 3 – топки с твёрдым (а) и жидким (б) шлакоудалением и утеплением топочных экранов (в) обмазкой (I) и кирпичом (II)



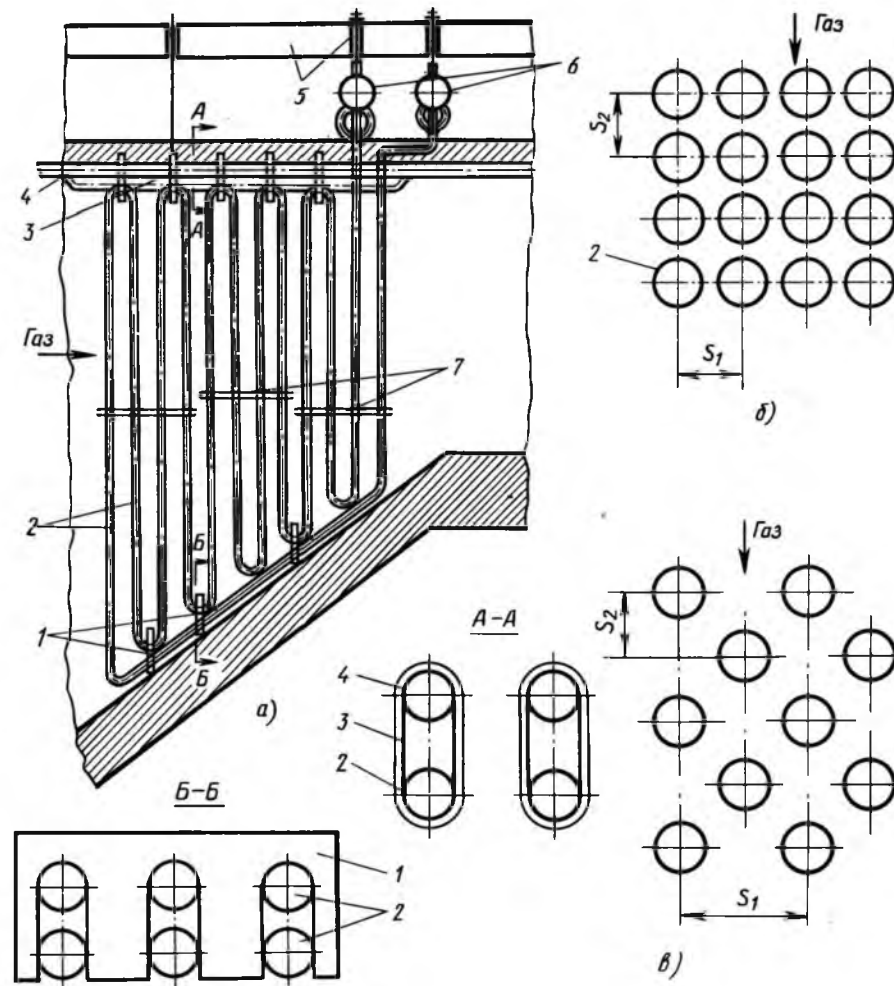
1 – трубы заднего экрана; **2** – фестон; **3** - барабан

Рисунок 4 - Фестон



1 – средние трубы ширм; 2 –
обвязочные трубы; 3 –
дистанционирующие планки;
4, 5 – входной и выходной
коллекторы; 6 – связующие
трубы

**Рисунок 5 – Ширмовый
пароперегреватель (ширма)**



1 – дистанционирующие гребёнки; **2, 4** – трубы вертикального и потолочного пароперегревателя; **3** – скоба подвески; **5** – балки потолочного перекрытия; **6** – коллекторы; **7** – дистанционирующие накладки

Рисунок 6 – Пароперегреватель с вертикальными трубами (а) при их коридорном (б) и шахматном (в) расположении

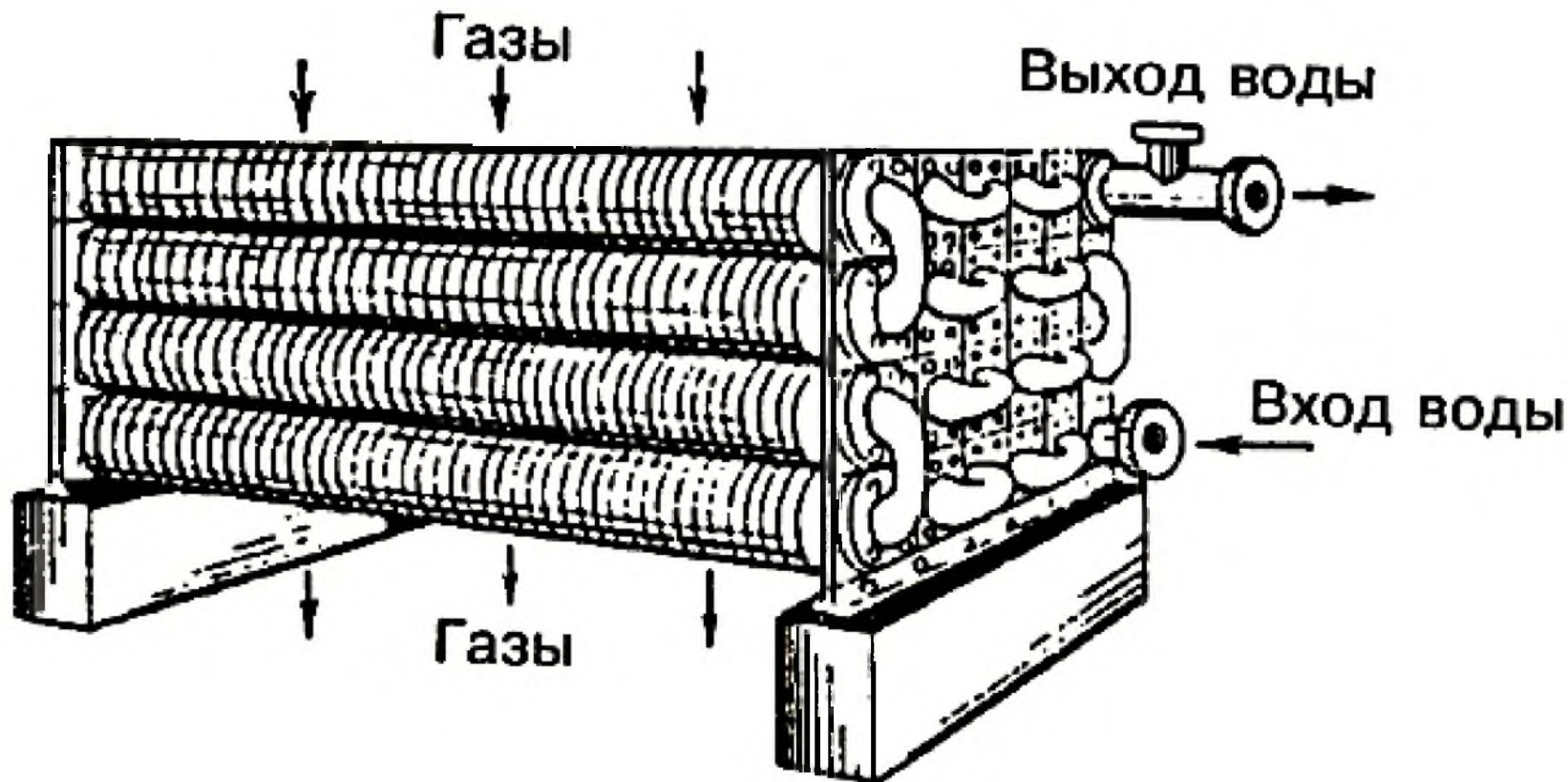


Рисунок 7 - Общий вид экономайзера

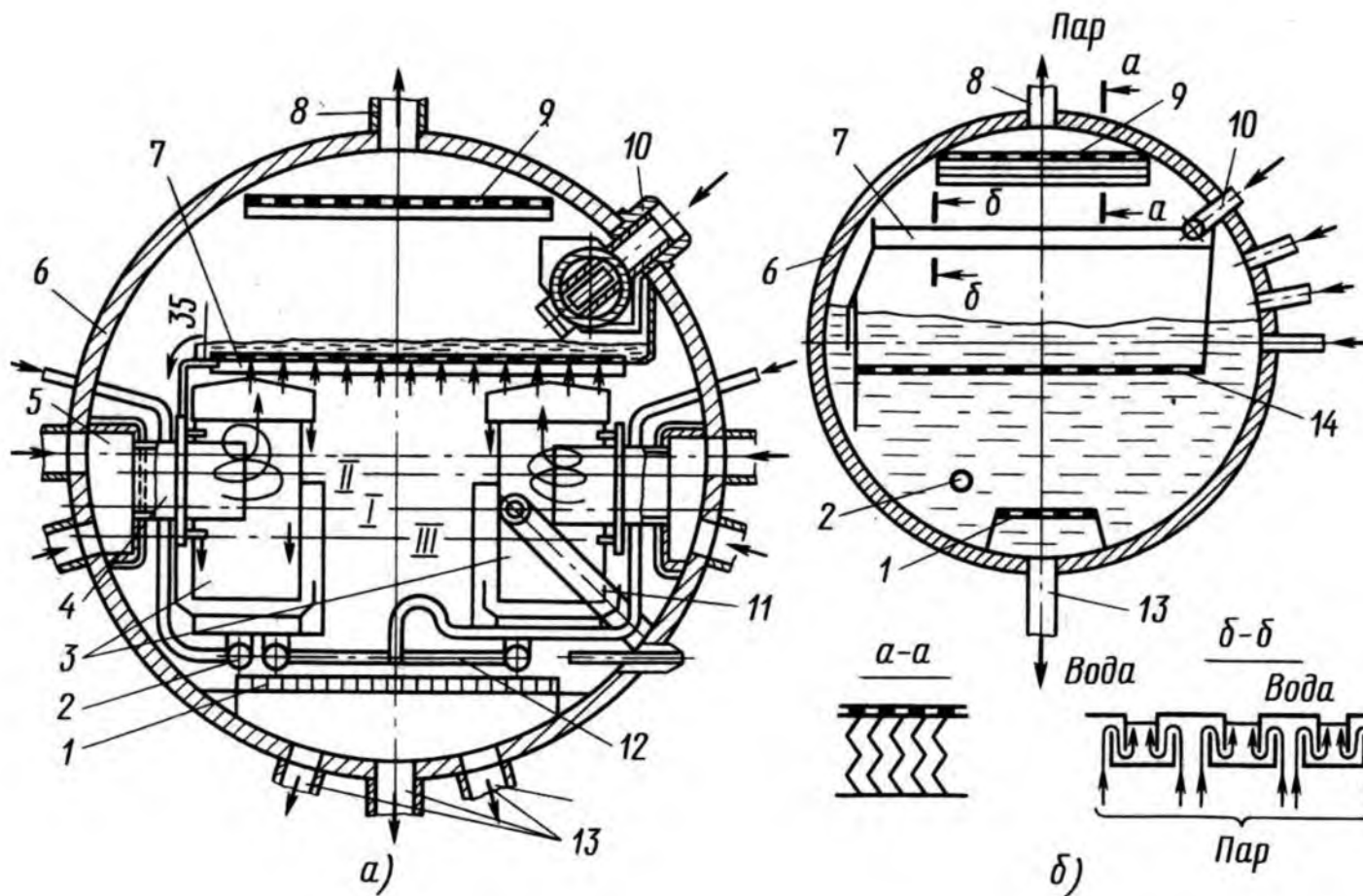
Водяной экономайзер – представляет собой трубчатый теплообменник, в котором питательная вода перед поступлением в котел подогревается за счет тепла уходящих газов. При использовании экономайзера значительно снижается температура уходящих газов, что существенно повышает экономичность котлоагрегата.

Водяные экономайзеры изготавливают чугунными ($p < 2,4 \text{ МПа}$) и стальными ($p > 2,4 \text{ МПа}$). По степени подогрева питательной воды экономайзеры разделяются на некипящие и кипящие. В экономайзере некипящего типа вода максимально подогревается на $20-30^\circ\text{C}$ ниже температуры кипения. Это необходимо для того, чтобы не допустить парообразования в экономайзере, а также исключить гидравлические удары. В экономайзере кипящего типа температура нагрева воды не ограничивается; вода доводится до кипения с возможностью ее испарения до $10-15\%$ и более.

Чугунные экономайзеры изготавливают некипящего типа, так как при вскипании воды в них могут возникать гидравлические удары, которые приводят к разрушению хрупких чугунных труб.

Стальные экономайзеры могут быть как некипящего, так и кипящего типов.

Барабан – является самым сложным, металлоемким и дорогим узлом парового котла. В барабане осуществляются сбор и раздача рабочей среды, обеспечение запаса воды в котле, разделение пароводяной смеси на пар и воду. Для этой цели используется не только паровой объем барабана, но и размещенные в нем паросепарационные устройства. Кроме того, наличие барабана дает возможность поддерживать концентрацию примесей в котловой воде, а следовательно, и качество пара на определенном заданном уровне.



а – высокого давления; ***б*** – среднего давления; **1** – успокоительная антикавитационная решётка; **2** – труба ввода фосфатов; **3** – внутрибарабанные циклоны; **4** – подводящий пагрубок; **5** – камера; **6** – корпус барабана; **7** – промывочный дырчатый щит; **8, 13** – отводящие трубы пара и воды; **9** – парораспределительная решётка; **10** – труба подвода питательной воды; **11** – труба аварийного слива; **12** – труба для парового разогрева; **14** – погружной дырчатый лист; **I, II, III** – нормальный, верхний и нижний уровни воды

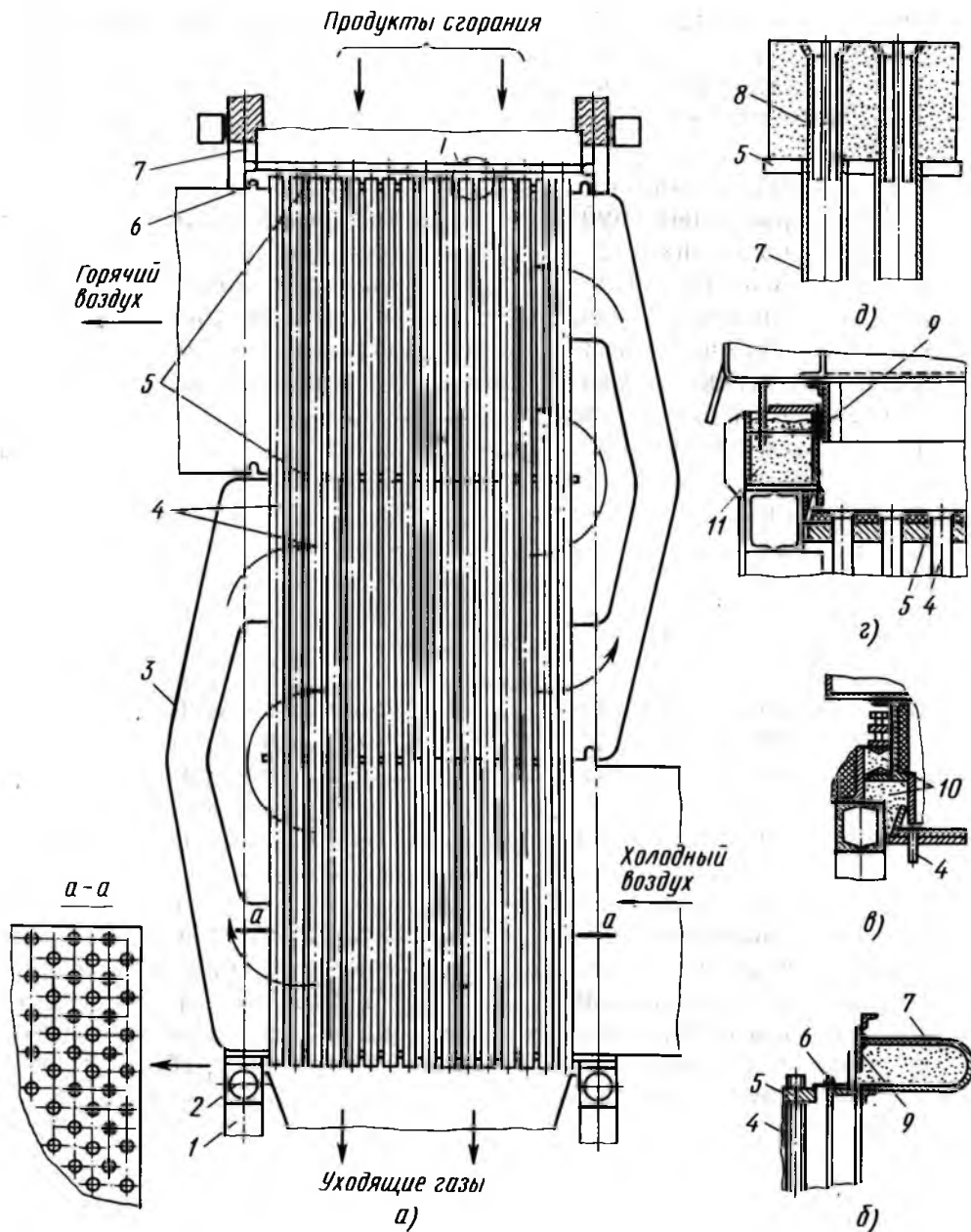
Рисунок 8 – Барабан котла с сепарационными устройствами

Барaban парового котла представляет собой толстостенный (до **90 - 110 мм**) цилиндрический корпус **6** (см. *рис. 8*), заканчивающийся с обоих концов доньшками выпуклой формы с установленными в них лазами. Основное назначение барабана, как отмечалось, состоит в разделении пароводяной смеси на пар и воду с отдельным их выводом по трубам **8, 13** соответственно к пароперегревателю или в опускающие трубы контуров циркуляции. В барабане размещаются устройства, обеспечивающие требуемые движения пароводяной смеси, воды и пара и водный режим (*например, труба 2 ввода фосфатов*), прогрев барабана при пуске котла (*трубы 12*), а также сепарационные (разделительные) устройства.

Пароводяная смесь по трубам подводится к камере **5**, из которой по патрубкам **4** распределяется в отдельные внутрибарабанные циклоны **3**. Отделенная в циклонах вода стекает вниз и далее направляется к опускающим трубам **13**, перед которыми устанавливают успокоительную решетку **1**,

препятствующую захвату пара водой. Питательная вода из экономайзера поступает по трубе *10* и равномерно распределяется по дырчатой решетке *7*, с которой потом стекает к опускным трубам.

Воздухоподогреватель - устройство, в котором воздух, поступающий в топку, подогревается за счет тепла уходящих газов. Для котлов, работающих на пылевидном топливе, подогрев воздуха необходим также для осушки топлива в системе пылеприготовления. При подаче в топку подогретого воздуха заметно улучшается процесс горения топлива, что ведет к снижению тепловых потерь, а следовательно, к повышению КПД всей установки. Особенно это важно при сжигании топлива с повышенной влажностью, так как при работе топки без подогрева поступающего в нее воздуха (холодном дутье) температура в ней заметно снижается. При этом во многих случаях наблюдается неустойчивость процесса горения, протекающего с повышенными тепловыми потерями. В современных котельных при сжигании влажного топлива подогрев воздуха не только желателен, но и необходим.



а – общий вид; **б, в, г** – компенсаторы тепловых удлинений линзового, набиwочного и погружного типа; **д** – применение вставок; **1** – колоны каркаса; **2** – балка; **3** – перепускные короба; **4** – трубы; **5** – трубные доски; **6, 7** – компенсаторы; **8** – трубные вставки; **9** – стенка газохода; **10** – уплотняющие набивки; **11** – песок

Рисунок 7 - Воздухонагреватель

Воздухоподогреватели располагают, как правило, в конце газового тракта (по ходу дымовых газов), т. е. после водяного экономайзера. Однако в тех случаях, когда требуется более высокая температура подогрева воздуха (*300 - 400·С*), воздухоподогреватель разделяется на две части (ступени) и размещается в «рассечку» с водяным экономайзером. При этом вначале по ходу газов располагаются первые части экономайзера и воздухоподогревателя, а затем в том же порядке размещаются их вторые части.

Все воздухоподогреватели по принципу работы разделяются на две группы: рекуперативные, в которых тепло от дымовых газов передается воздуху через стенку поверхности нагрева, и регенеративные, в которых одна и та же поверхность то обогревается газами, то охлаждается воздухом.

Рекуперативные воздухоподогреватели могут быть стальными и чугунными. Конструктивно они выполняются пластинчатыми или трубчатыми.

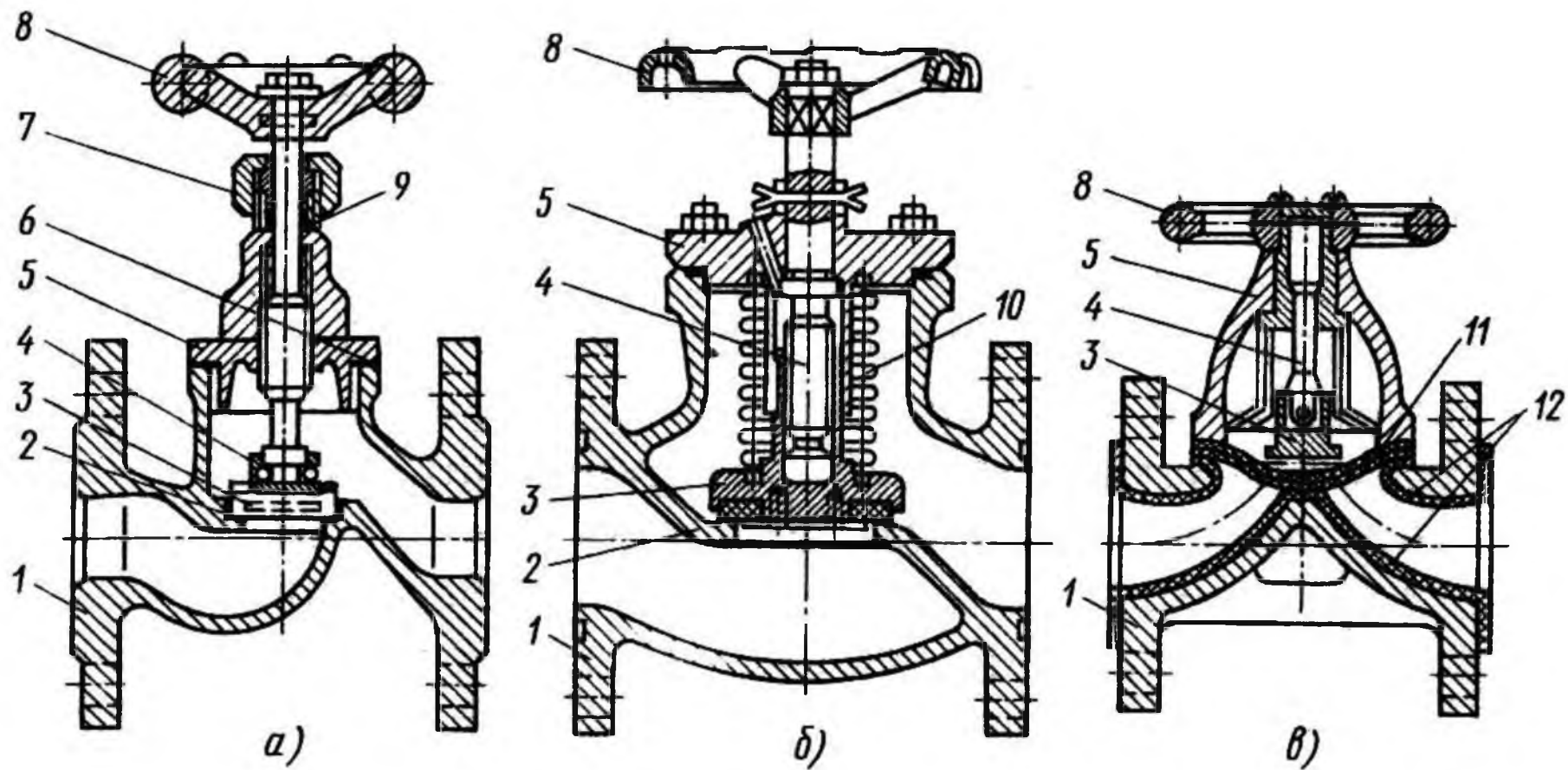
Стальной пластинчатый воздухоподогреватель состоит из отдельных кубов, изготовленных из стальных листов толщиной *1,5-2 мм* и размером *2500 X 1250 мм*. Каждый куб изготавливается так, что между листами остаются чередующиеся горизонтальные и вертикальные каналы для прохода воздуха и дымовых газов. Пластинчатые воздухоподогреватели громоздки, имеют значительные подсосы воздуха, а также обладают рядом других существенных недостатков, что ограничивает их применение.

В настоящее время широкое распространение получили трубчатые воздухоподогреватели, которые, по существу, заменили пластинчатые, имевшие до них преимущественное применение. Стальной трубчатый воздухоподогреватель состоит из отдельных стандартных секций. Каждая секция изготавливается из труб наружным диаметром *40-51 мм* при толщине стенки *1,5 мм* и длиной *2-10 м*.

Трубы своими концами привариваются к плоским трубным решеткам, образуя, таким образом, поверхность нагрева воздухоподогревателя. Тепло от дымовых газов движущихся по трубам, передается через эту поверхность воздуху, который омывает трубы снаружи поперечным потоком. Конструктивная схема трубчатого воздухоподогревателя показана на рисунке 7.

Арматура котлоагрегата

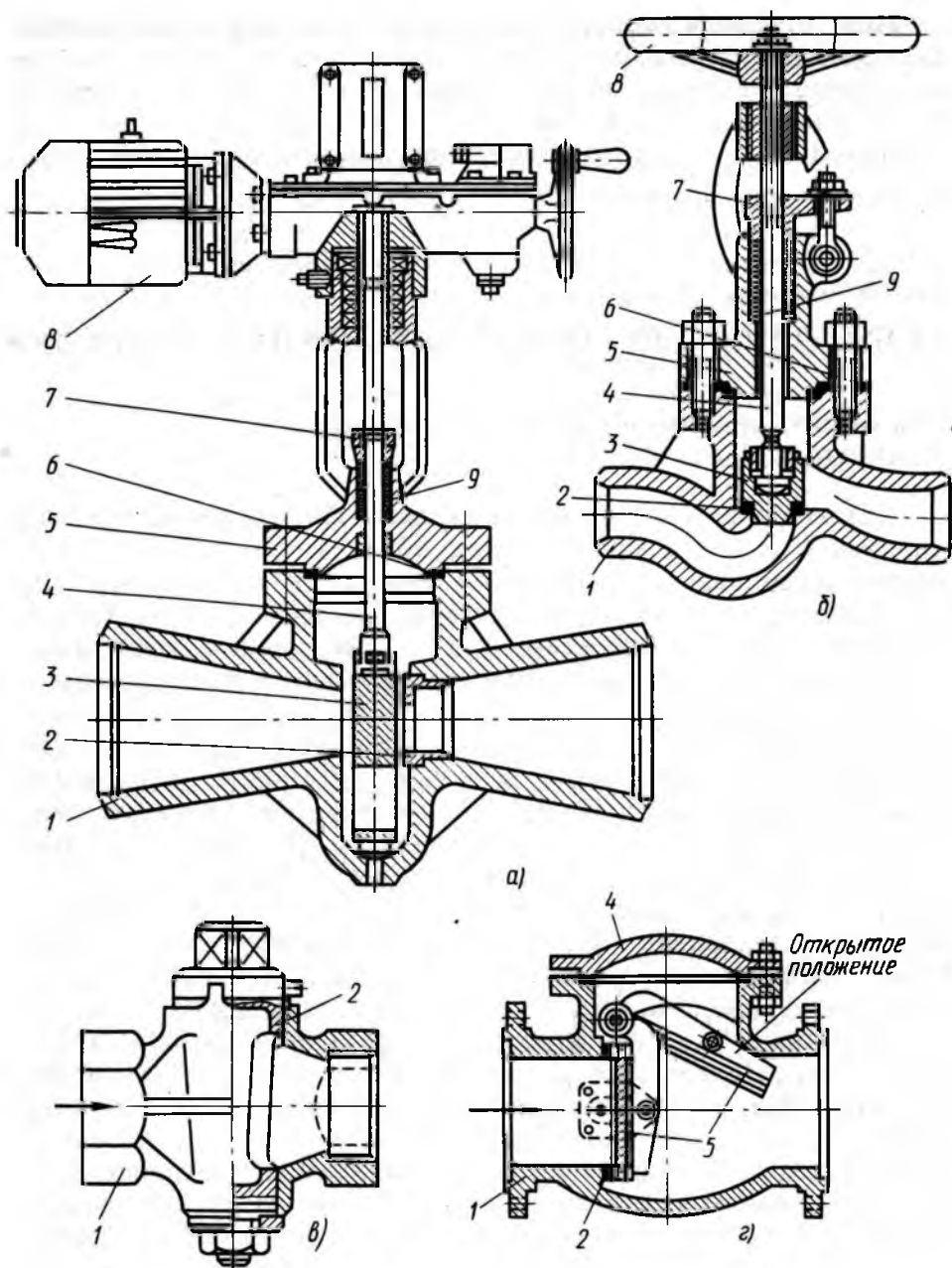
Арматура представляет собой устройства, устанавливаемые на трубопроводах или сосудах для управления потоками рабочей среды путем изменения проходных сечений с помощью перемещения (поворота) рабочего органа (затвора). Большинство видов арматуры состоит из корпуса *1* (*рис. 8*) с крышкой *5*, рабочего органа — затвора (золотника) *3*, перемещающегося относительно неподвижно установленного (или выточенного) в корпусе седла *2*. Между корпусом и крышкой устанавливают прокладки *6*. Затвор приводится в движение через шпindel (шток) *4* вручную (с помощью маховика *8*) или с помощью электродвигателя через специальную систему перемещающихся (поворотных) шарнирно соединенных тяг. С целью устранения протечек рабочей среды, возникающих в зоне прохода шпинделя через корпус, применяют устройство уплотнения (герметизации).



а – сальниковая; б – сильфонная; в – мембранная; 1 – корпус; 2 – седло; 3 – затвор; 4 – шток; 5 – крышка; 6 – уплотнение; 7 – гайка; 8 – маховик; 9 – сальниковая набивка; 10 – сильфон; 11, 12 – эластичные мембраны

Рисунок 8 – Арматура (по уплотнению)

Уплотнение выполняют с помощью сальниковой набивки **9** (рис. 8, а) в сочленениях прохода шпинделя **4** через крышку **5** корпуса **1**, сильфонных коробок **10** (рис. 8, б) или эластичных мембран **11, 12** (рис. 8, в) между затвором **3** и седлом **2**, отделяющих полость с рабочей средой от затвора со шпинделем **4**. В котельных установках находит преимущественное применение приварная арматура, как более надежная. В соответствии с ГОСТ 24856—81 по назначению различают арматуру: запорную, предназначенную для перекрытия потока; регулируемую для изменения расхода среды; распределительно-смесительную для распределения среды по определенным направлениям или для смешивания потоков; предохранительную для защиты оборудования при отклонении параметров среды за рекомендуемые пределы; обратную, автоматически предотвращающую обратное движение среды; фазораспределительную, обеспечивающую автоматическое разделение рабочей среды по фазовому состоянию.



а – задвижка; ***б*** – клапан; ***в*** – кран; ***г*** – обратный затвор; обозначения смотреть ***рис. 9***

Рисунок 9 – Арматура (по назначению)

По перемещению рабочего органа запорно-регулирующей арматуры относительно потока можно выделить задвижки (рис. 9, а), клапаны (рис. 9, б), краны (рис. 9, в) и затворы (рис. 9, г).

В задвижках затвор совершает возвратно-поступательные движения перпендикулярно оси потока рабочей среды, в клапанах — соосно потоку. В кранах регулирующий орган поворачивается вокруг собственной оси, перпендикулярной оси потока. В затворах регулирующий орган поворачивается вокруг оси, не являющейся его собственной осью. Задвижки по сравнению с клапанами имеют меньшее гидравлическое сопротивление и их широко применяют в трубопроводах больших диаметров. К запорно-регулирующей арматуре относятся также конденсатоотводчики, регуляторы уровня и др. Наиболее распространенным видом предохранительной арматуры являются импульсно-предохранительные устройства, состоящие (для $P \geq 3,9$ МПа) из главного предохранительного клапана, вспомогательного импульсного устройства и электроконтактного манометра; обратные клапаны и затворы

Контрольные тесты

1. Для нормального функционирования котла предназначено вспомогательное оборудование включающее: дутьевые _____ и _____ - для подачи воздуха в котёл и удаления продуктов горения, бункера, _____ сырого топлива и пыли, углеразмольные _____ - для обеспечения и приготовления пылевидного топлива; _____ и _____ оборудование – комплекс устройств для очистки дымовых газов; _____ - _____ аппарата; _____ установки – для обработки воды заданного качества.

2. Испарительные поверхности преимущественно располагают в _____, где развивается наиболее высокие температуры, или в _____ сразу за топочной камерой. Это, как правило, _____ или _____ - _____ поверхности нагрева – топочные _____, _____, _____.

3. Топливный тракт представляет собой совокупность оборудования для транспорта топлива и подготовки его к сжиганию. Он включает _____, _____ и _____ угля, а также _____ пыли, топливные _____ и _____ - _____, устройства для дозирования и _____ топлива из бункера в _____, предназначенную для получения угольной пыли, которая через _____ подаётся в топочную _____.

4. Большинство видов арматуры состоит из _____ (рис. 8) с _____, рабочего органа — _____ (золотника), перемещающегося относительно неподвижно установленного (или выточенного) в корпусе _____. Между корпусом и крышкой устанавливают _____. Затвор приводится в движение через _____ (шток) вручную с помощью _____ или с помощью _____ через специальную систему перемещающихся (поворотных) шарнирно соединенных тяг.

5. Барабан парового котла представляет собой толстостенный цилиндрический _____, заканчивающийся с обеих концов _____ выпуклой формы с установленными в них лазами. Пароводяная смесь по трубам подводится к _____, из которой по патрубкам распределяется в отдельные внутрибарабанные _____. Отделённая в циклонах вода стекает вниз и далее направляется к отпускным _____, перед которыми устанавливают успокоительную _____, препятствующую захвату пара водой.