

МАШИНИСТ КОТЛОВ

Металлы в энергетике.

Металлы разделяют на 2 группы-черные и цветные

Черные металлы представляют собой сплав железа с углеродом.

Чугун - сплав Fe [Железа) с углеродом (С) в количестве от 2 до 4,3 .

Чугуны бывают серые, ковкие и высокопрочные. Из серого чугуна изготавливают котельную garnитuru : лазы, лючки, гляделки, взрывные клапаны и т.д. Ковкий чугун применяют для изготовления деталей насосов, вентиляторов, вспомогательного оборудования. Окалиностойкий чугун легирован элементами, повышающими его жаростойкость, из него изготавливают дистанционные гребенки пароперегревателей, подвески для крепления труб и другие детали, работающие в зоне высоких температур.

Сплавы цветных металлов - бронзы и латуни.

Латуни- сплавы меди и цинка Л-68 —латунь с содержанием около 68 % меди, в которых основными легирующими элементами не являются цинк или никель, хотя они и могут входить в состав бронз. Легирующие элементы: О - олово, С - свинец, Ж - железо, Н-никель, К - кремний , А - алюминии, Ф - фосфор. Баббит - легкоплавкий сплав , состоящий из олова, меди свинца, сурьмы для заливки вкладышей подшипников скольжения. Баббит Б-83 содержит 83% олова,11% сурьмы, 5,5%, меди , 0,5% других примесей. Для изготовлений поверхностей нагрева теплообменных аппаратов используются латуни Л-68, Лото, медноникелевый сплав МНЖ 5-1, мельхиор МНЖ 30-1-1



Сплавы железа и до 2% углерода называются сталями

Стали и сплавы применяемые для изготовлений и ремонта объектов котлонадзора должны:

- ✓ Обладать способностью деформироваться без образования трещин в холодном и горячем состояниях;
- ✓ иметь хорошую свариваемость ;
- ✓ иметь высокую прочность и пластичность, обеспечивающие надежную эксплуатацию на протяжении расчётного срока службы;
- ✓ иметь высокую коррозионную стойкость в контакте с агрессивными средами.



Основными материалами для котлостроения служат углеродистые, а также легированные стали, в состав которых включены хром, никель, молибден, вольфрам, ванадий и др.

Углеродистая сталь применяется для изготовлений элементов паровых котлов; работающим в условиях отсутствия ползучести, т.е. при температуре не выше 450°C. В этих случаях элементы котлов изготавливают из стали 10, 20. Листовая сталь (сталь 15к, сталь 22К) содержит от 0,15% углерода до 0,25 соответственно.

Низколегированные стали содержат не более 4-5% легирующих элементов, применяются для изготовления элементов котлов, работающих в условиях ползучести-трубы, коллекторы пароперегревателей, паропроводы, питательные трубопроводы, а так же барабаны котлов на давление 18 -18,5 МПа. Низколегированные стали, устойчивые против ползучести до 580° С, называются теплоустойчивыми (тепlostойкими), а при температуре свыше 580°C, хорошо сопротивляющиеся окислению — жаропрочными.

Широкое применение получили низколегированная хромомолибденовая сталь перлитного класса **15 ХМ** (0,15% углерода, 1%Cr и 0,5%Mo) и молибденохромовая сталь **12МХ** (0,12%С-углерода, 0,6%Mo и 0,4% Cr). Первую применяют для условий работы при $t \leq 530$ °С, вторую - при $t \leq 510$ °С. Хром, кремний и алюминий повышает окалиностойкость, а молибден - длительную прочность и сопротивление ползучести. Ванадий способствует повышению ползучести, поэтому с повышением параметров котлов в настоящее время широко применяют хромомолибденованадиевую сталь **12Х1МФ** и более стойкую против ползучести сталь **15Х1М1Ф** с несколько повышенным содержанием углерода и значительно повышенным содержанием молибдена. Эти стали надежно работают при температуре до 580 °С.

Для изготовления барабанов котлов высокого давления (свыше 12МПа) применяют стали марок **16ГНМ** и **16ГНМА** (1% Mn; 1,2%Ni; 0,5%Mo).

Буква «А» характеризует тщательность соблюдения технологии варки стали (высококачественная сталь). Для трубопроводов питательного тракта применяют марганцевокремниевую сталь марки **15ГС** (1,1% Mn; 0,8% Si).

Повышение параметров котлов потребовало применение более жаропрочных и окалиностойких сталей. Высокое содержание хрома в высоколегированной аустенитной стали делает ее жаростойкой против окалинообразования. Добавка никеля и хрома в аустенитной высоколегированной стали достигает 30% и более общей массы металла, при этом стоимость её становится выше в несколько раз. Классическая нержавеющая сталь (кислотоупорная и жаропрочная сталь **1Х18Н9Т** (0,1%С; 18%Сг; 9%Ni; 1%Ti).

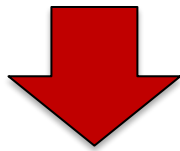
Допустимые температуры наружной поверхности обогреваемых труб, t°C

Марка стали	Сернистые мазуты	Остальные виды топлива
10	450	450
20	500	500
15ХМ	550	550
12Х1МФ,15Х1М1Ф	585	585
12Х18Н10Т 12Х18Н12Т	610	640

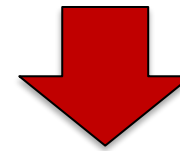
Масла

Электрические станции являются потребителем широкого ассортимента масел и консистентных смазок, вырабатываемых отечественной нефтяной промышленностью.

Масла, применяемые на электростанциях, можно условно подразделить на две группы:



энергетические масла,
используемые в турбогенераторах и электрических аппаратах (турбинные и трансформаторные масла, являющиеся основными маслами электрических станций)

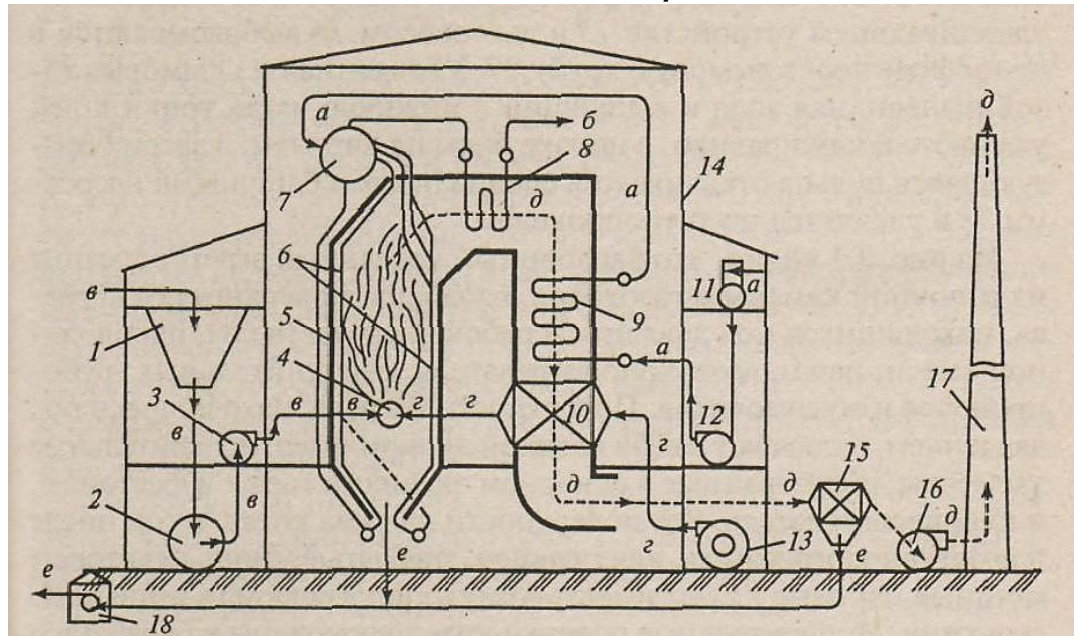


масла для вспомогательного энергетического оборудования
(находят применение индустриальные, трансмиссионные и другие масла. Кроме того, для вспомогательного энергетического оборудования применяются также некоторые марки консистентных смазок)

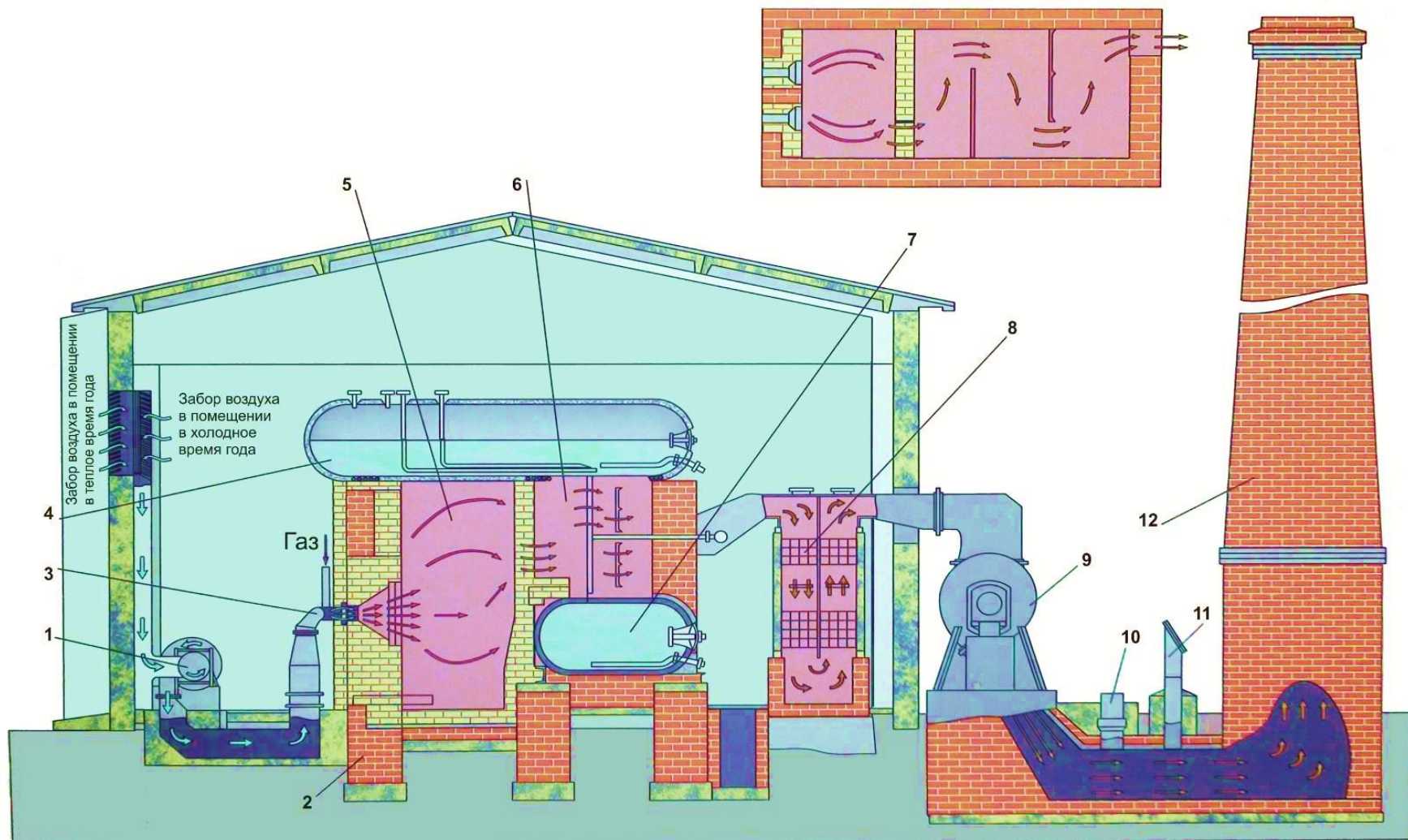
Котельные установки

Котельной установкой называется комплекс агрегатов и устройств, предназначенный для получения пара или горячей воды за счет сжигания топлива или утилизации отходящих газов каких либо производств. Она состоит из котельного агрегата и вспомогательного оборудования, служащего для подготовки и подачи воды, топлива и воздуха, а также для удаления и очистки дымовых газов, удаления золы и шлака, образующихся при сжигании твердого топлива.

Схема котельной установки



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА КОТЛОАГРЕГАТА

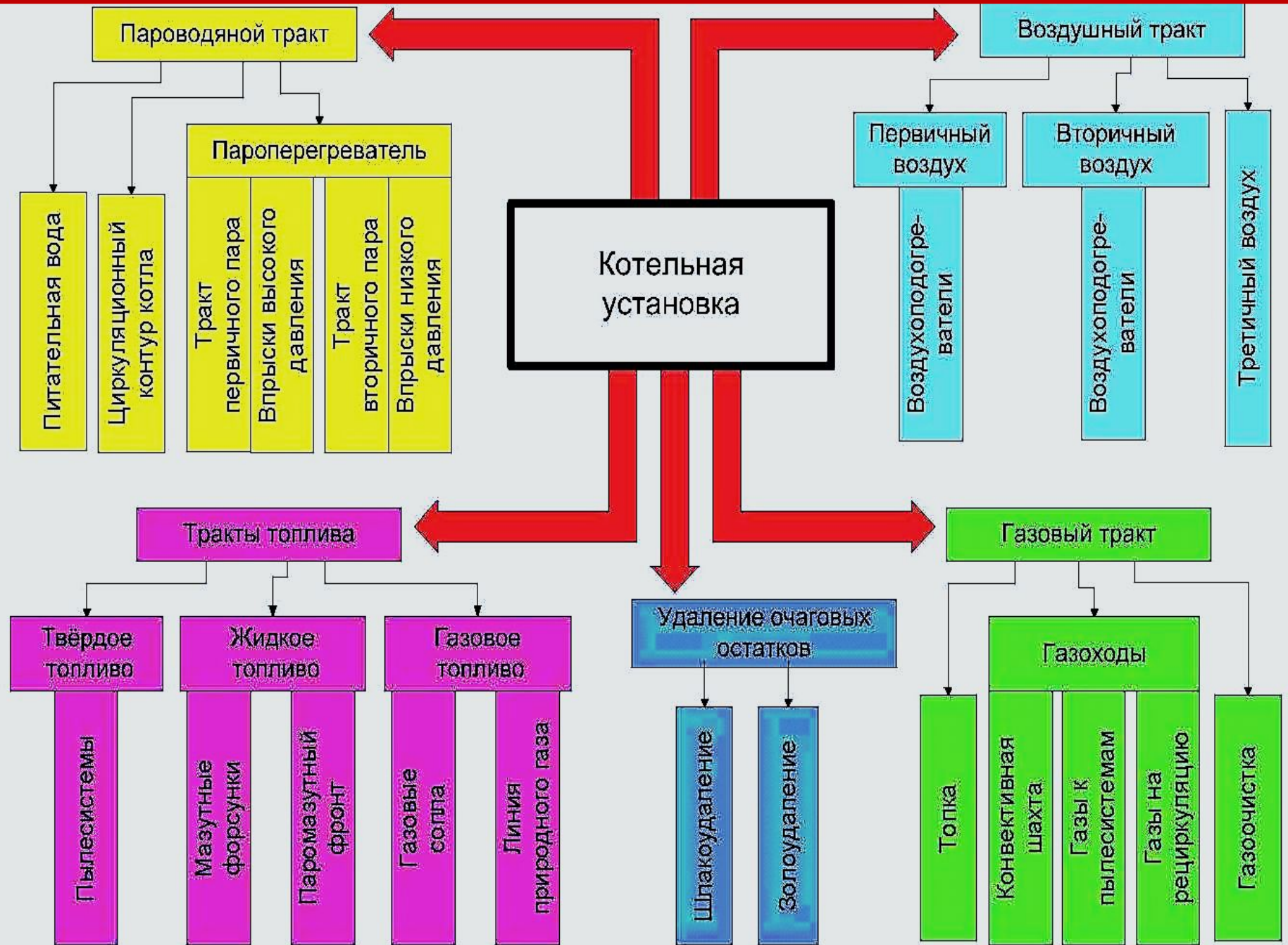


1 - дутьевой вентилятор
 2 - обмуровка
 3 - горелка
 4 - верхний барабан

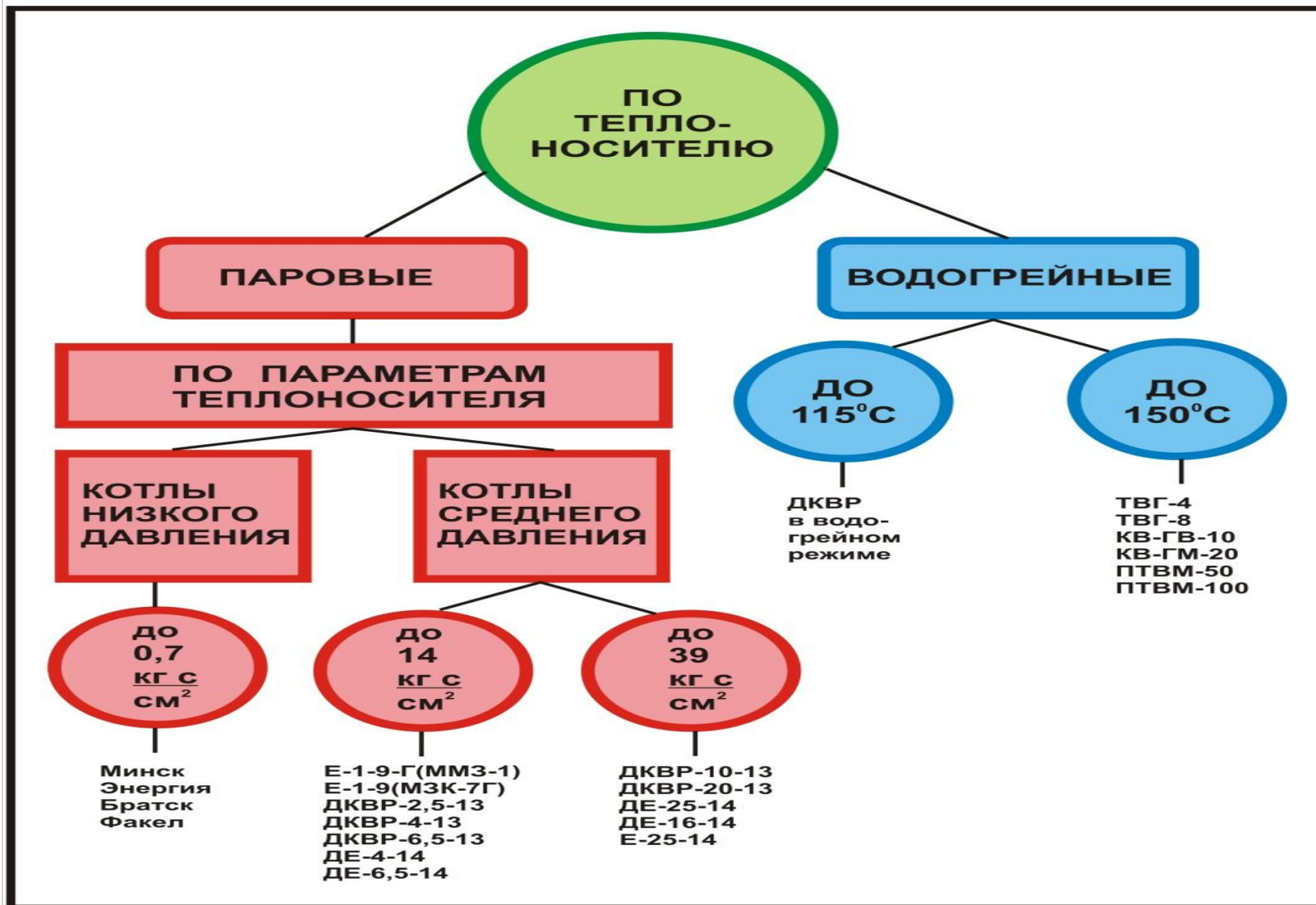
5 - топочное пространство
 6 - конвективный пучок
 7 - нижний барабан
 8 - водяной экономайзер

9 - дымосос
 10 - лаз в боров
 11 - взрывной клапан
 12 - дымовая труба

→ - путь воздуха
 → - горение в топке
 → - путь газов



КЛАССИФИКАЦИЯ КОТЛОВ



Котельные установки

Классификация котельных установок

По вырабатываемому теплоносителю



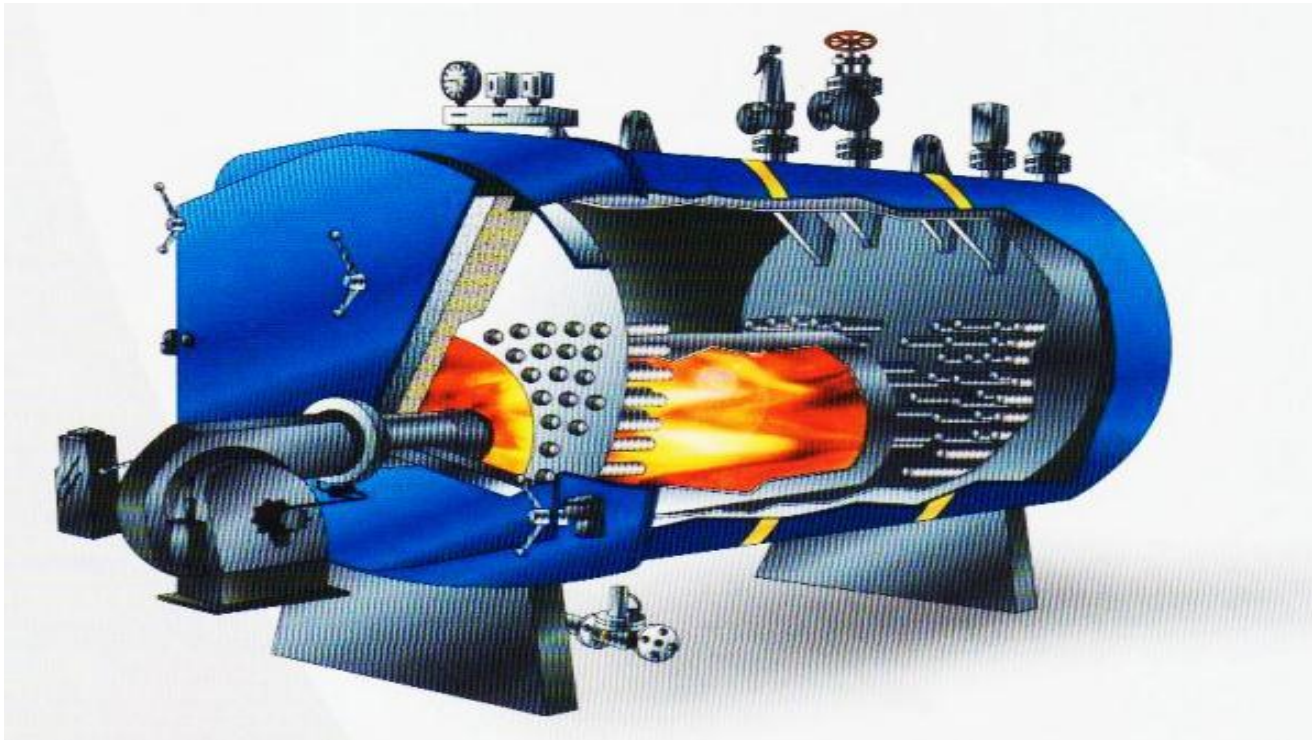
водогрейные

паровые

Новейшие двухходовые паровые котлы с реверсивной топкой.

Характеристики:

- 1) Производительность пара от 300 кг/час до 2000 кг/час
- 2) Используемое топливо: дизельное или природный газ
- 3) Высокая надёжность, безопасность и экономичность
- 4) Производство Россия



Классификация котельных установок

По целевому назначению пара



энергетические




отопительно-производственные




Классификация котельных установок

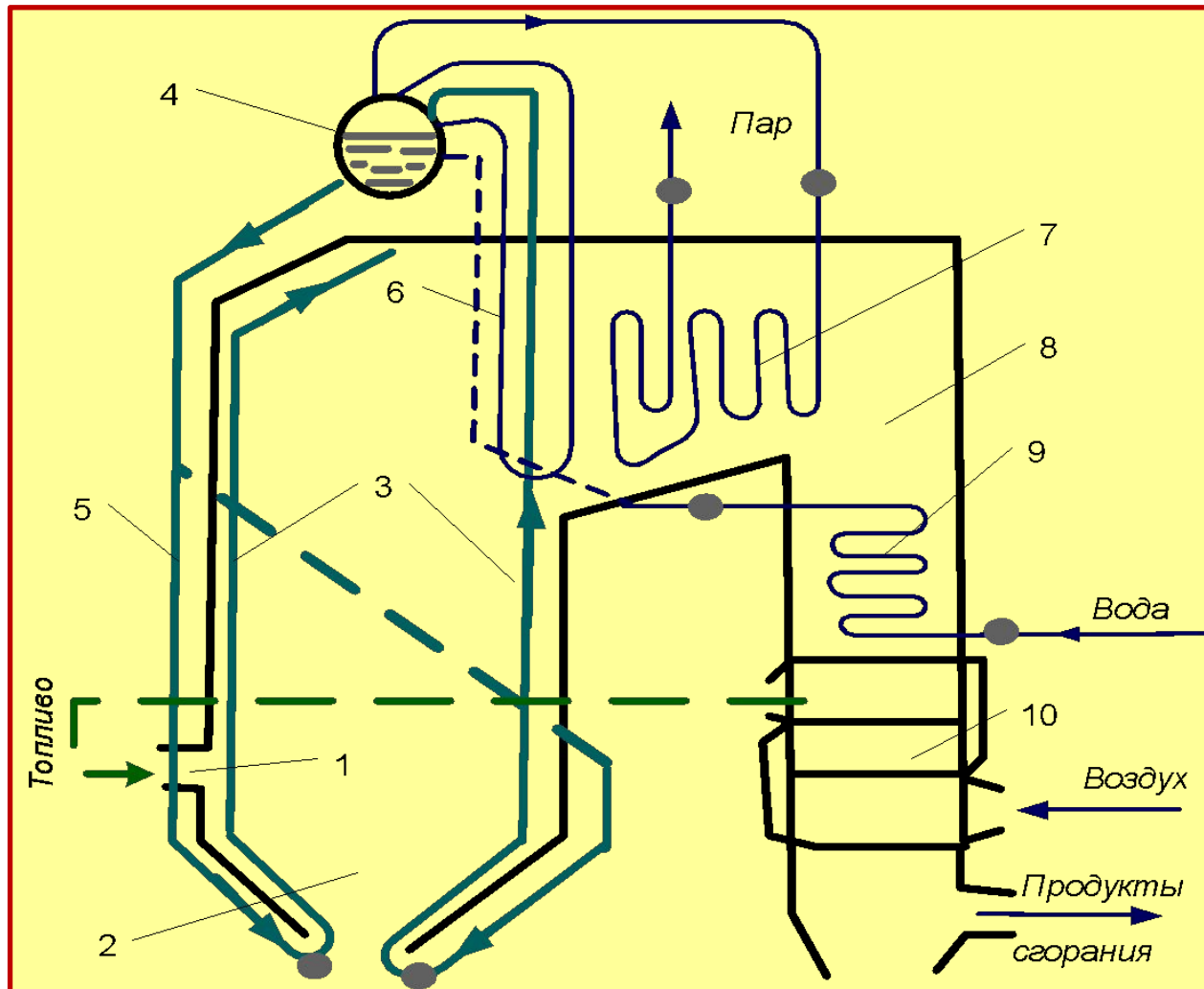
По величине давления вырабатываемого пара:

- 
1. Низкого давления (0,8-1,6 МПа);
 2. Среднего давления (2,4-4 МПа);
 3. Высокого давления (10-14МПа);
 4. Сверхвысокого давления (25-31Мпа).

По паропроизводительности:

- 
1. Малой – до 20 т/ч;
 2. Средней – 20 – 100 т/ч;
 3. Большой – более 100 т/ч.

Обобщенная схема котельной установки



Котельные установки



Котельный агрегат состоит из подъемного 2 и опускного 8 газоходов.

Подъемный газоход 2 представляет собой топку для сжигания топлива, на стенах которой установлены испарительные поверхности нагрева 3 в виде плоских трубчатых панелей, называемых экранами. В опускном газоходе расположены водяной экономайзер 9 для подогрева питательной воды и воздухоподогреватель 10 для подогрева воздуха, идущего на горение топлива в топке. В соединительном газоходе расположены фестон 6, представляющий собой разреженный пучок труб – продолжение заднего экрана, и пароперегреватель 7, обеспечивающий требуемую потребителем температуру пара. Испарительные поверхности 3 сообщаются с барабаном котла 4 и вместе с опускными трубами 5, соединяющими барабан с нижними коллекторами экранов, составляет циркуляционные контуры. Пароводяная смесь в барабане разделяется на насыщенный пар и воду, пар направляется в пароперегреватель, вода снова в циркуляционные контуры. Циркуляция воды и пароводяной смеси в контурах происходит за счет разности плотностей столба воды в опускных трубах и пароводяной смеси в подъемных трубах-экранах (естественная циркуляция).

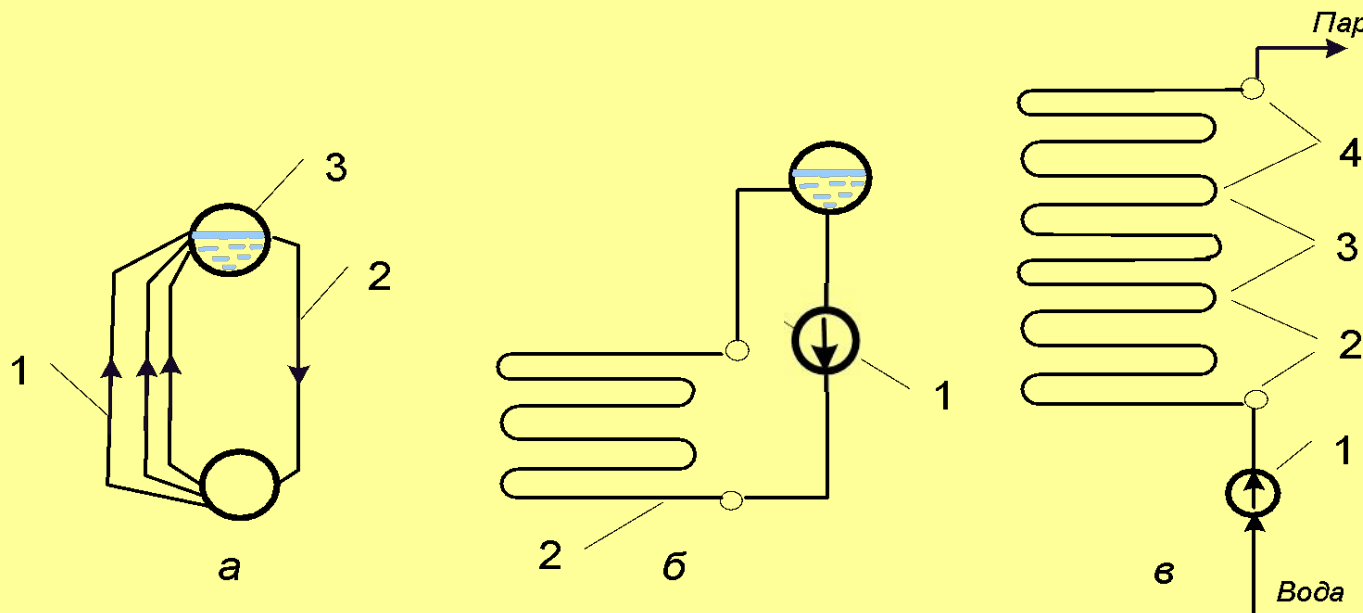
Топливо вместе с горячим воздухом через горелки 1 подается в топочную камеру 2, где сжигается в виде факела. Продукты сгорания из топочной камеры направляются в пароперегреватель, экономайзер и воздухоподогреватель и через газоочистку удаляются в атмосферу.

Классификация котельных установок

По характеру движения воды:

1. Барабанные с естественной циркуляцией;
2. Барабанные с многократной принудительной циркуляцией;
3. Прямоточные.

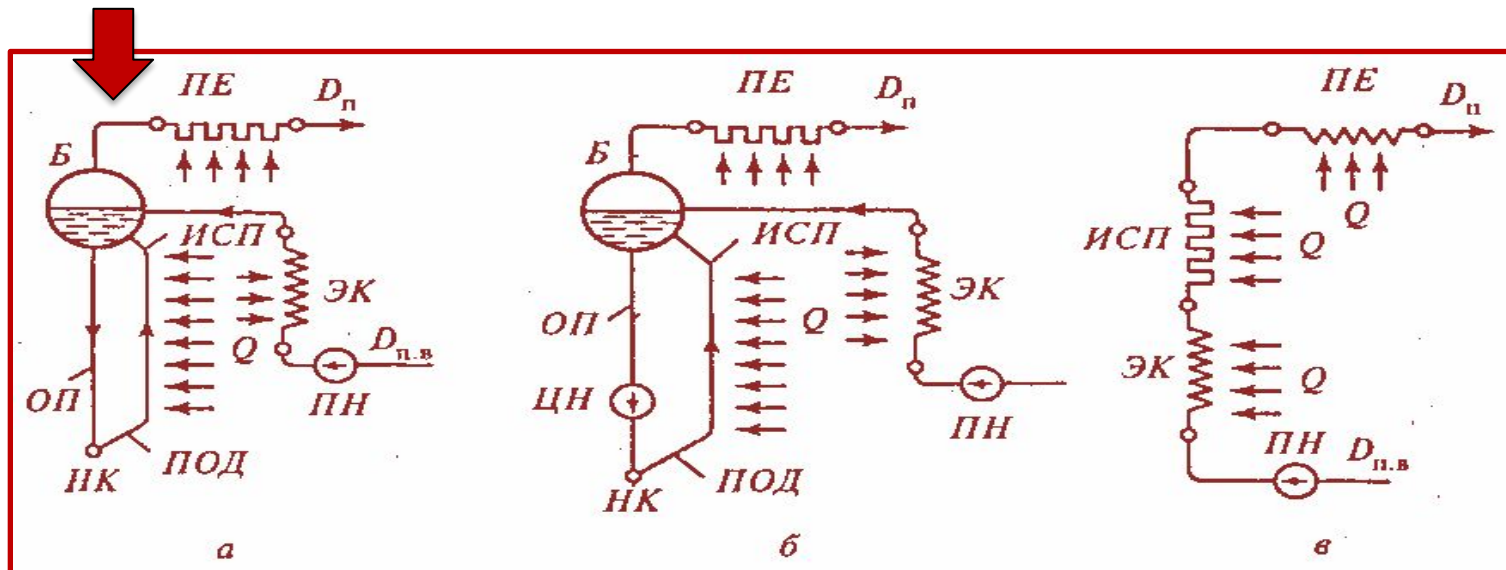
Организация движения жидкости в котельном агрегате



Котельные установки

В барабанных котлах с естественной циркуляцией движение воды и пароводяной смеси в контуре котла возникает за счет разности плотностей теплоносителя в опускных (необогреваемых) и подъемных (обогреваемых) трубах.

Отношение количества воды, проходящей через контур, к паропроизводительности контура D_n за тот же промежуток времени называется кратностью циркуляции $K_{ц}$. Для котлов с естественной циркуляцией $K_{ц} = 10 \div 60$.

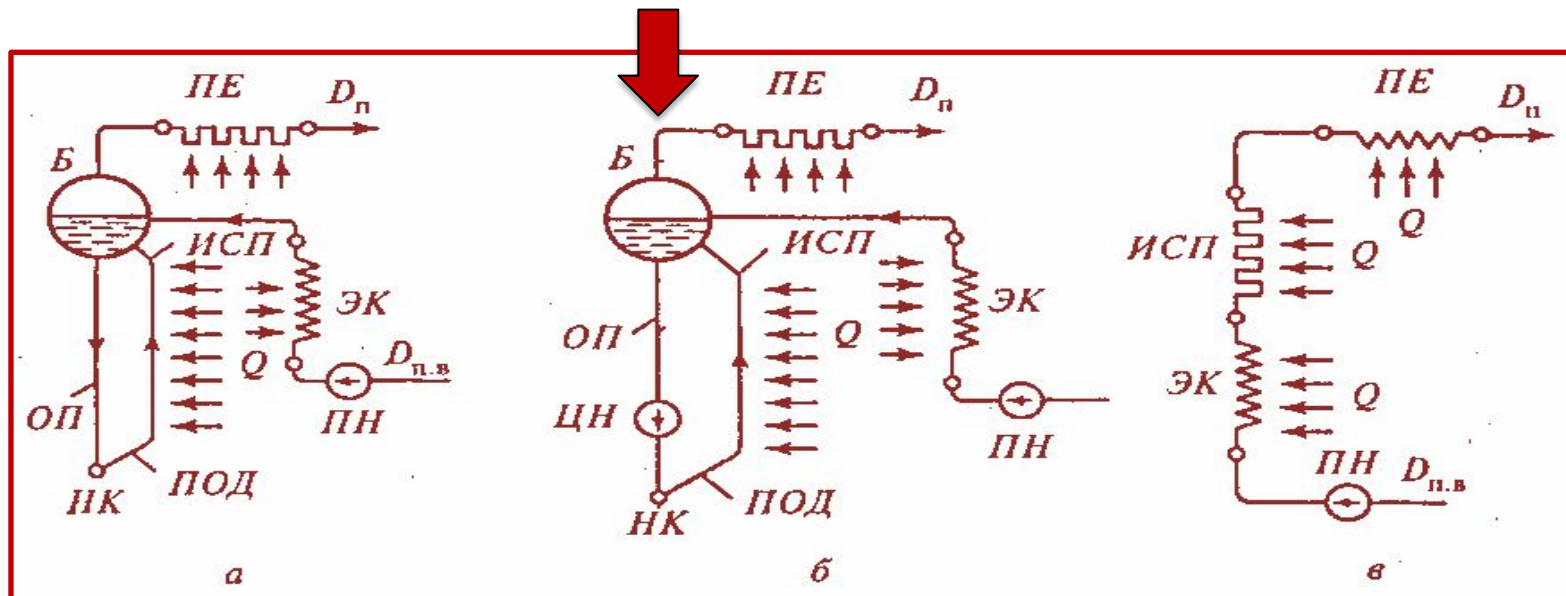


Схемы генерации пара в паровых котлах

а – естественная циркуляция Б – барабан; ИСП – испарительные поверхности; ПЕ – пароперегреватель, ЭК – водяной экономайзер; D_n – расход пара; $D_{п.в}$ – расход питательной воды; ПН – питательный насос; ЦН – циркуляционный насос; НК – нижний коллектор; Q – подвод теплоты; ОП – опускные трубы; ПОД – подъемные трубы

Котельные установки

В барабанных котлах с принудительной циркуляцией движение воды и пароводяной смеси осуществляется с помощью циркуляционного насоса (ЦН), движущий напор которого рассчитан на преодоление сопротивления всей системы.



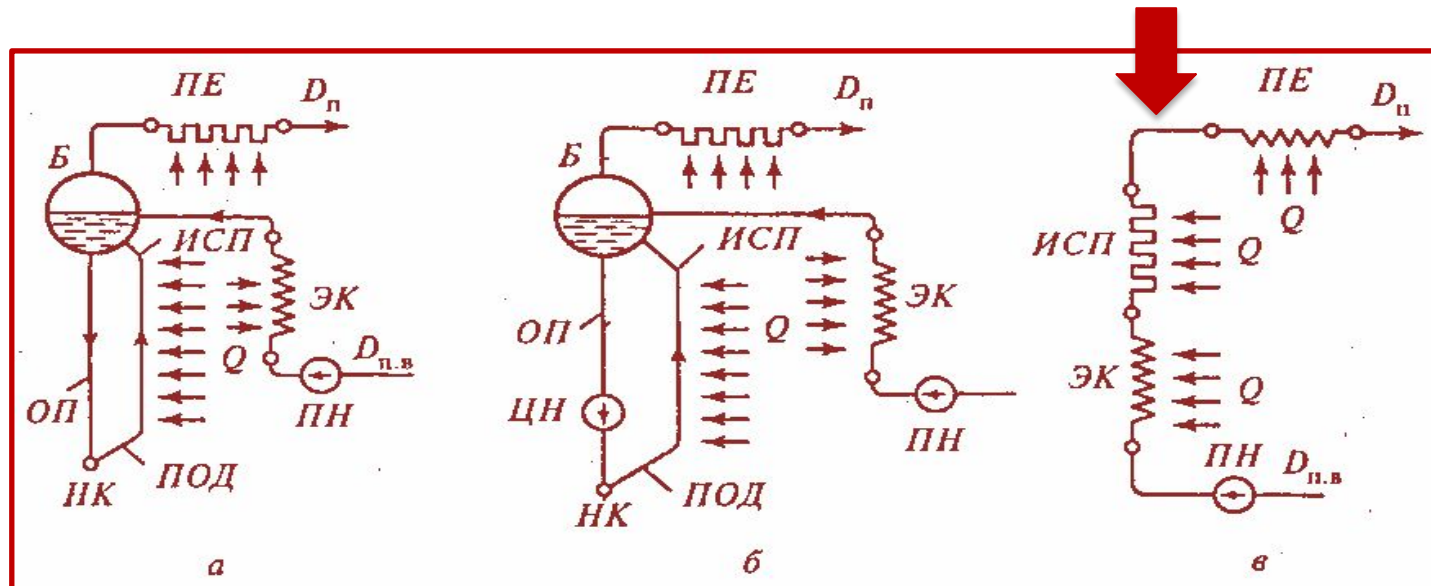
Схемы генерации пара в паровых котлах

б – многократная принудительная циркуляция

Б – барабан; ИСП – испарительные поверхности; ПЕ – пароперегреватель; ЭК – водяной экономайзер; D_p – расход пара; $D_{п.в}$ – расход питательной воды; ПН – питательный насос; ЦН – циркуляционный насос; НК – нижний коллектор; Q – подвод теплоты; ОП – опускные трубы; ПОД – подъемные трубы

Котельные установки

В прямоточных экранных котлах нет циркуляционного контура, нет многократной циркуляции, отсутствует барабан. Вода прокачивается по контуру котла питательным насосом (ПН) через экономайзер (ЭК), испарительные поверхности (ИСП) и пароперегреватель (ПЕ), включенные последовательно



Схемы генерации пара в паровых котлах

в – прямоточное движение

Б – барабан; ИСП – испарительные поверхности; ПЕ – пароперегреватель, ЭК – водяной экономайзер; D_p – расход пара; $D_{п.в}$ – расход питательной воды; ПН – питательный насос; ЦН – циркуляционный насос; НК – нижний коллектор; Q – подвод теплоты; ОП – опускные трубы; ПОД – подъемные трубы

Котельные установки



Следует отметить, что прямоточные котлы используют воду более высокого качества (дистиллят). Вся вода, поступающая в испарительный тракт (ИСП), на выходе из него полностью превращается в пар, то есть в этом случае кратность циркуляции $K_{ц} = 1$. Котельные агрегаты паропроизводительностью от 50 до 220 т/ч на давление 3,92 ÷ 13,7 МН/м² выполняют только в виде барабанных, работающих с естественной циркуляцией воды.

Агрегаты паропроизводительностью от 250 до 640 т/ч на давление 13,7 МН/м² выполняют и в виде барабанных, и экранных прямоточных.

Котельные агрегаты паропроизводительностью от 950 т/ч и выше на давление 25 МН/м² – только в виде экранных прямоточных, поскольку при сверхкритическом давлении естественную циркуляцию осуществить невозможно в силу объективных физических факторов. Пар сверхкритических параметров обладает плотностью близкой к плотности воды, что минимизирует роль фактора разности плотностей между водой и пароводяной смесью для создания подъемной силы в контуре котла и естественной циркуляции.

Тепловой баланс котельного агрегата

- Тепловой баланс котельного агрегата обычно составляют на 1 кг твердого или жидкого топлива или 1 м³ газообразного топлива.
- Приходная часть теплового баланса представляет собой располагаемое тепло $Q_{пр}$, МДж/кг или МДж/м³, равное низшей теплоте сгорания топлива:

$$Q_{прих} = Q_{н}^P$$

- Расходная часть теплового баланса содержит тепло выработанного пара и различные потери:

$$Q_{расх} = Q_{пол} + Q_{ух} + Q_{х.н.} + Q_{м.н.} + Q_{н.о.} + Q_{ф.ш.}$$

- Тепло, полезно затраченное на выработку пара:

$$Q_{пол} = \frac{D}{B} \times (i - i_{п.в.})$$

- где D – выход пара, кг/ч; B – расход топлива, кг/ч (или м³/ч); i , $i_{п.в.}$ – энтальпия перегретого пара и питательной воды, МДж/кг.

Уравнение теплового баланса котельного агрегата

- Таким образом, уравнение теплового баланса котла может быть записано в следующем виде:

$$Q^P_H = \frac{D}{B} \times (i - i_{n.e.}) + Q_{yx} + Q_{x.n} + Q_{m.n} + Q_{n.o} + Q_{ф.ш.} \quad (1)$$

- Отношение количества тепла, пошедшего на выработку пара:
- $\frac{D}{B} \times (i - i_{n.e.})$ МВт,
- к теплу, выделенному в топке, $B \times Q^P_H / 3600$ МВт,
- представляет собой к.п.д. котельного агрегата, %:

$$\eta_{к.а.} = \frac{D \times (i - i_{n.e.})}{B Q^P_H} \times 100 = \frac{Q_{пол}}{Q^P_H} \times 100 \quad (2)$$

Уравнение теплового баланса котельного агрегата

Часовой расход топлива определяют по формуле

$$B = \frac{D(i - i_{n.в})}{Q_n^p \times \eta_{к.а.}}$$

Разделив все члены уравнения (1) на Q_n^p и умножив на 100, получим, %:

$$100 = q_{пол} + q_{ух} + q_{х.н} + q_{м.н} + q_{н.о} + q_{ф.ш}$$

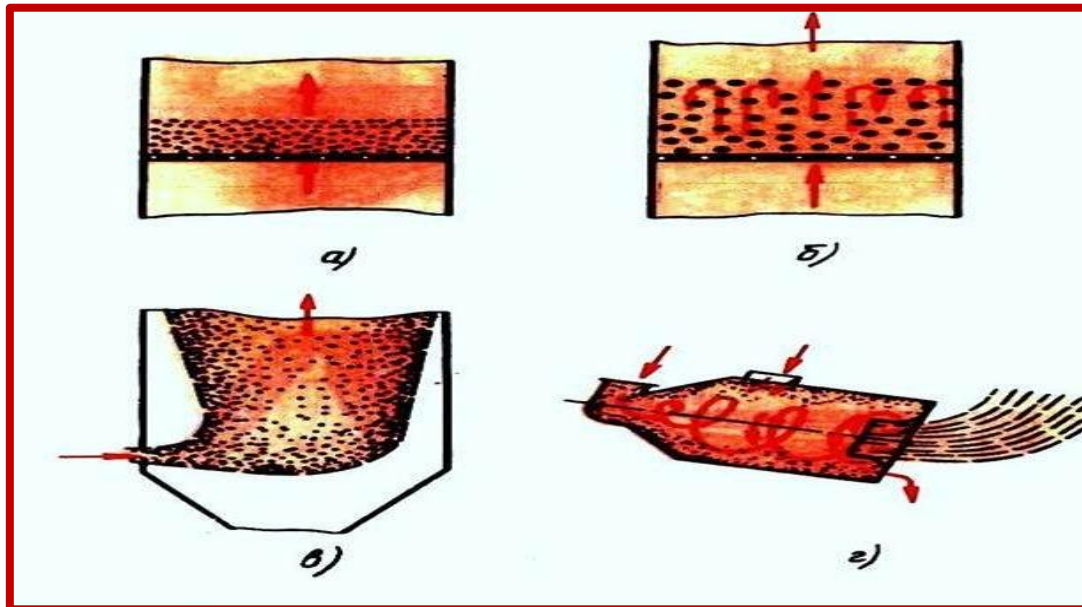
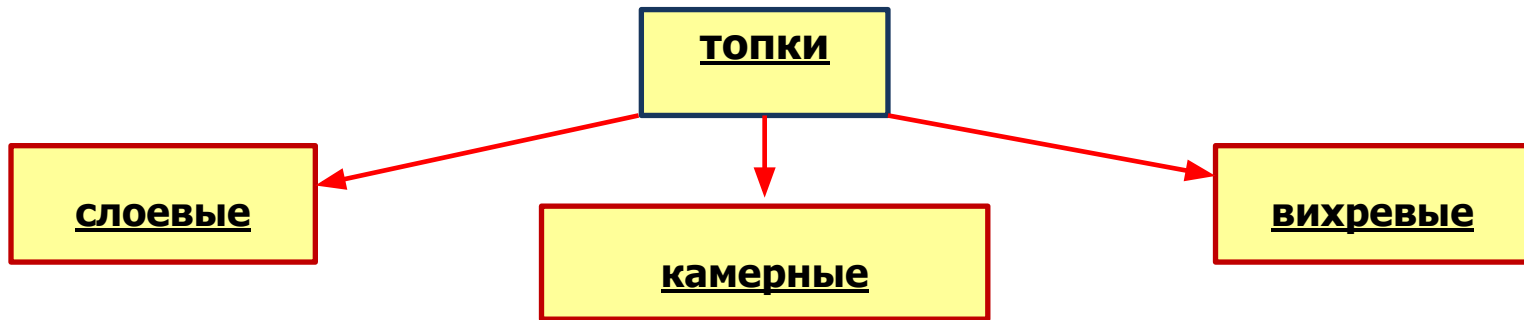
КПД котельного агрегата

- Расчет к.п.д. котельного агрегата по формуле (2) считается определением по методу прямого баланса, т. е. по непосредственному измерению часовых выработки пара и расхода топлива. К.п.д. можно определить и по обратному балансу, по формуле (5), если известны тепловые потери. Из выражения (4) для установившегося теплового состояния получаем, %
- $$\eta_{к.а} = q_1 = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \quad (5)$$
- т.е. К.п.д., подсчитанный по формулам (2) и (5), не учитывает затраты тепла на собственные нужды (привод насосов, дымососов, вентиляторов и других механизмов) и называется к.п.д. брутто ($\eta_{бр}$). С учетом затрат энергии на собственные нужды в количестве ΣN_e , МВт, с удельным расходом топлива b , кг/МДж, к.п.д. котельной установки (нетто) определится следующим образом, %:

$$\eta_{к.у} = \frac{Q_{пол} \times B}{Q^P_n \times (B + \Sigma N_e \times b \times 3600)}$$

Топки

Топка – устройство котла, предназначенное для сжигания органического топлива, частичного охлаждения продуктов



Схемы топочных процессов сгорания топлива



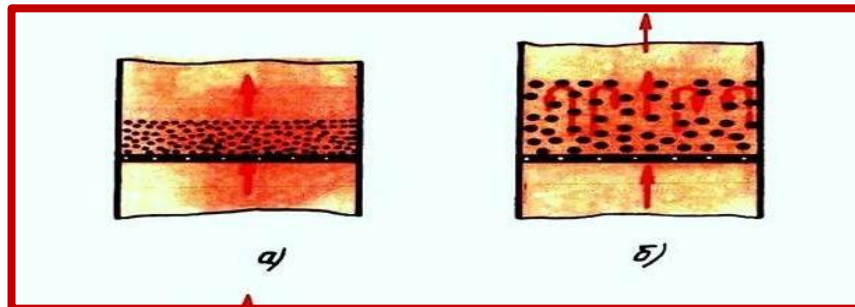
Топки

При слоевом процессе сжигания топлива (а) поток воздуха проходит через неподвижный или движущийся в поперечном направлении слой топлива.

Чтобы частицы топлива, лежащие на решетке, не уносились потоком, их вес должен быть больше подъемной силы воздуха, действующей на каждую частицу.

Характерной особенностью слоевого процесса сжигания является наличие значительного количества горящего топлива в топке. Это обеспечивает устойчивость работы топки и позволяет при изменении нагрузки котла регулировать работу топки первоначально только изменением количества подаваемого воздуха.

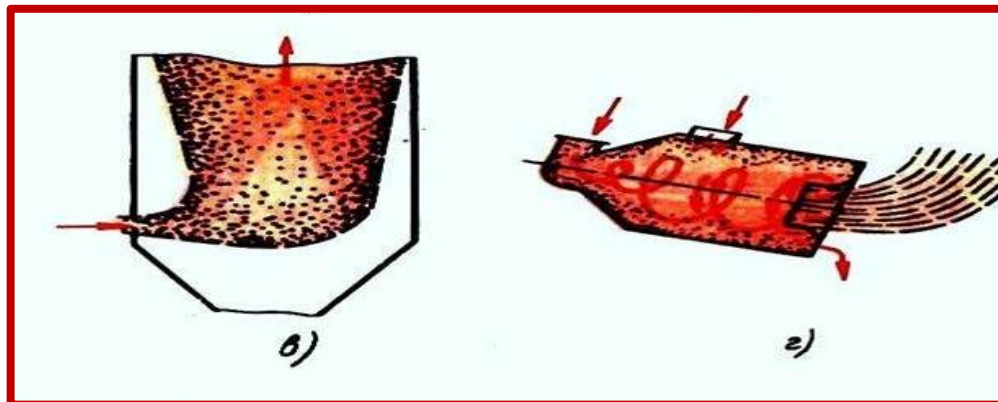
Если крупнозернистое топливо находится во взвешенном состоянии и не перемещается с потоком газов, то образуется кипящий слой (б).



Топки

При факельном топочном процессе (в) частицы топлива движутся вместе с газовоздушным потоком через топку, находясь во взвешенном состоянии. При этом пребывание частиц топлива в топке незначительно, скорость обтекания частиц воздухом и количество горящего топлива незначительные. Факельный процесс чувствителен к изменению режимов работы и требует тщательного регулирования подачи топлива и воздуха в топку.

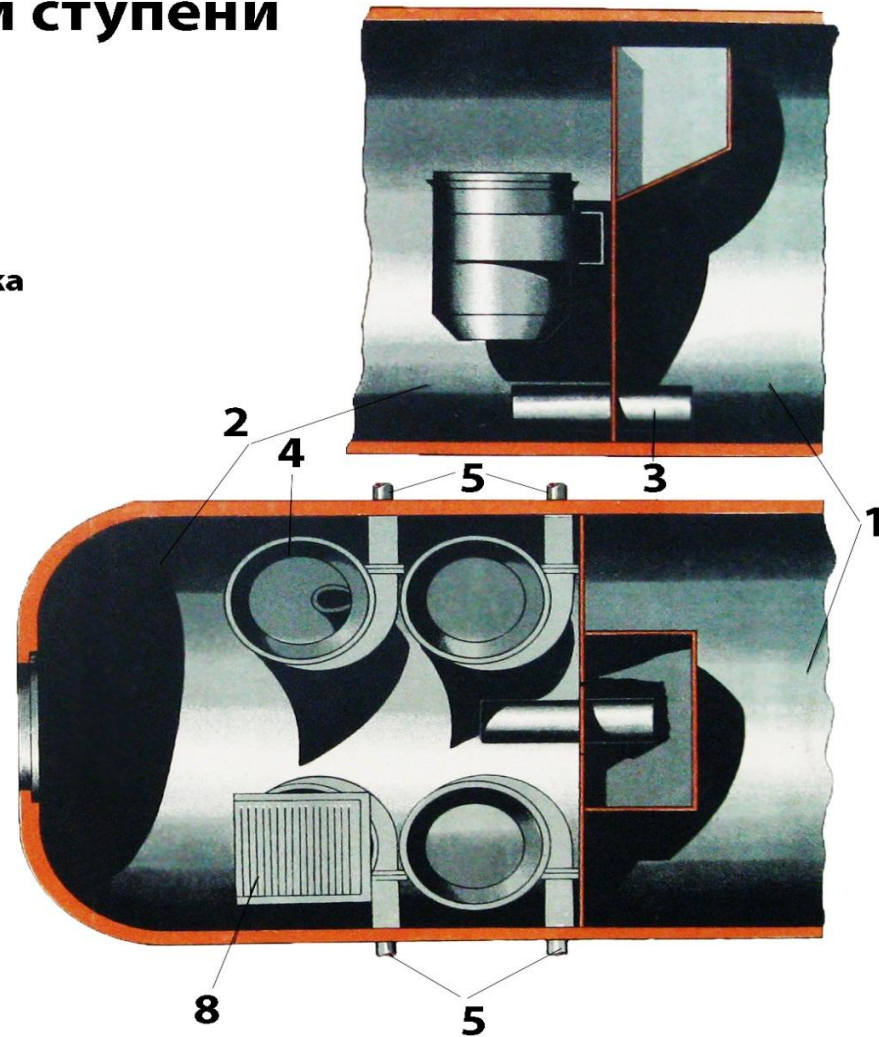
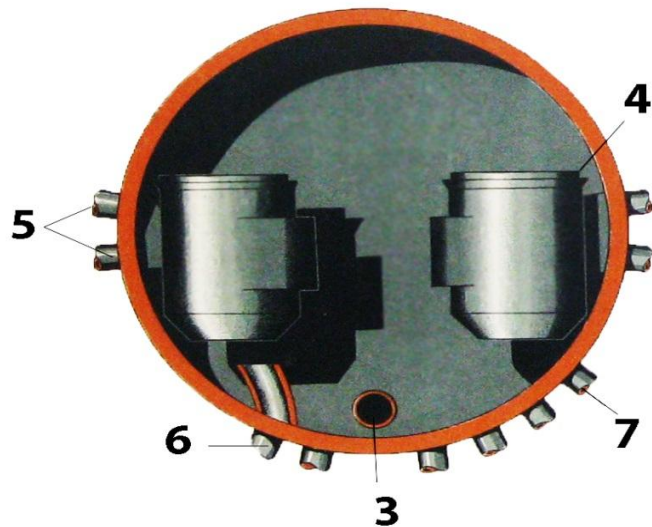
При вихревом топочном процессе частицы топлива организовано циркулируют по определенным траекториям до их полного выгорания и в топках можно сжигать более крупные частицы (3-5 мм). Более совершенным вихревым топочным процессом является циклонный процесс (г).



Барaban и сепарационные устройства

Устройство ступенчатого испарения с циклонами во 2-й ступени

- 1 - чистый отсек барабана
- 2 - соленый отсек барабана
- 3 - перепускная труба
- 4 - циклон
- 5 - отвод эмульсии из соленого отсека
- 6 - продувка котла
- 7 - опускные трубы соленого отсека
- 8 - жалюзийная решетка



Барабан и сепарационные устройства

Барабан парового котла представляет собой толстостенный (до 90—110 мм) цилиндрический корпус 6 (рис. А), 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 опускные 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.

Барaban и сепарационные устройства

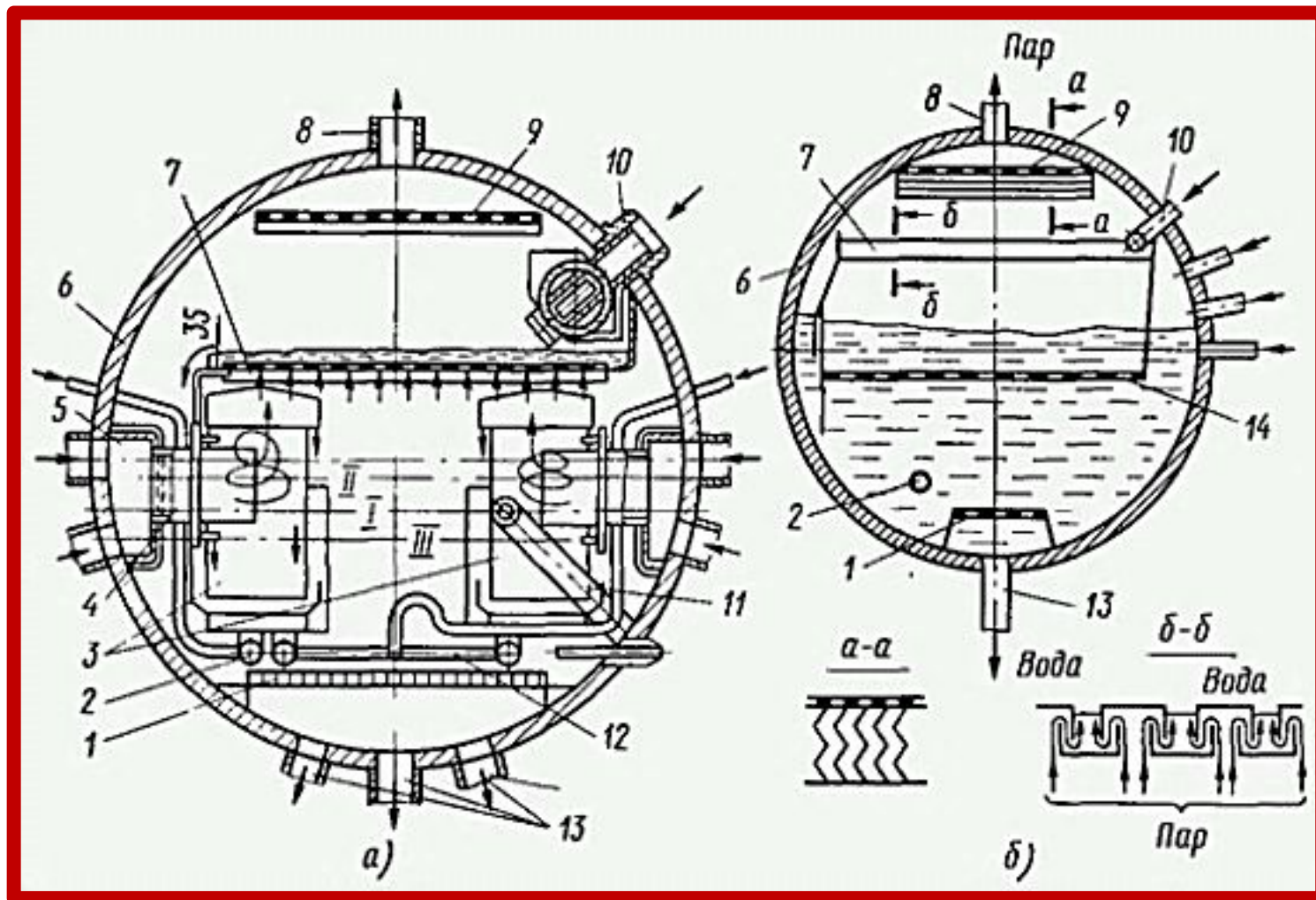


Рис. А Барабан котла с сепарационными устройствами

Барабан и сепарационные устройства

Рис. А Барабан котла с сепарационными устройствами:

- а — высокого давления, б — среднего давления;
- 1 — успокоительная антикавитационная решетка,
- 2 — труба ввода фосфатов,
- 3 — внутриваровые циклоны,
- 4 — подводный патрубок,
- 5 — камера,
- 6 — корпус барабана,
- 7 — промывочный дырчатый щит,
- 8, 13 — отводящие трубы пара и воды,
- 9 — парораспределительная решетка,
- 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

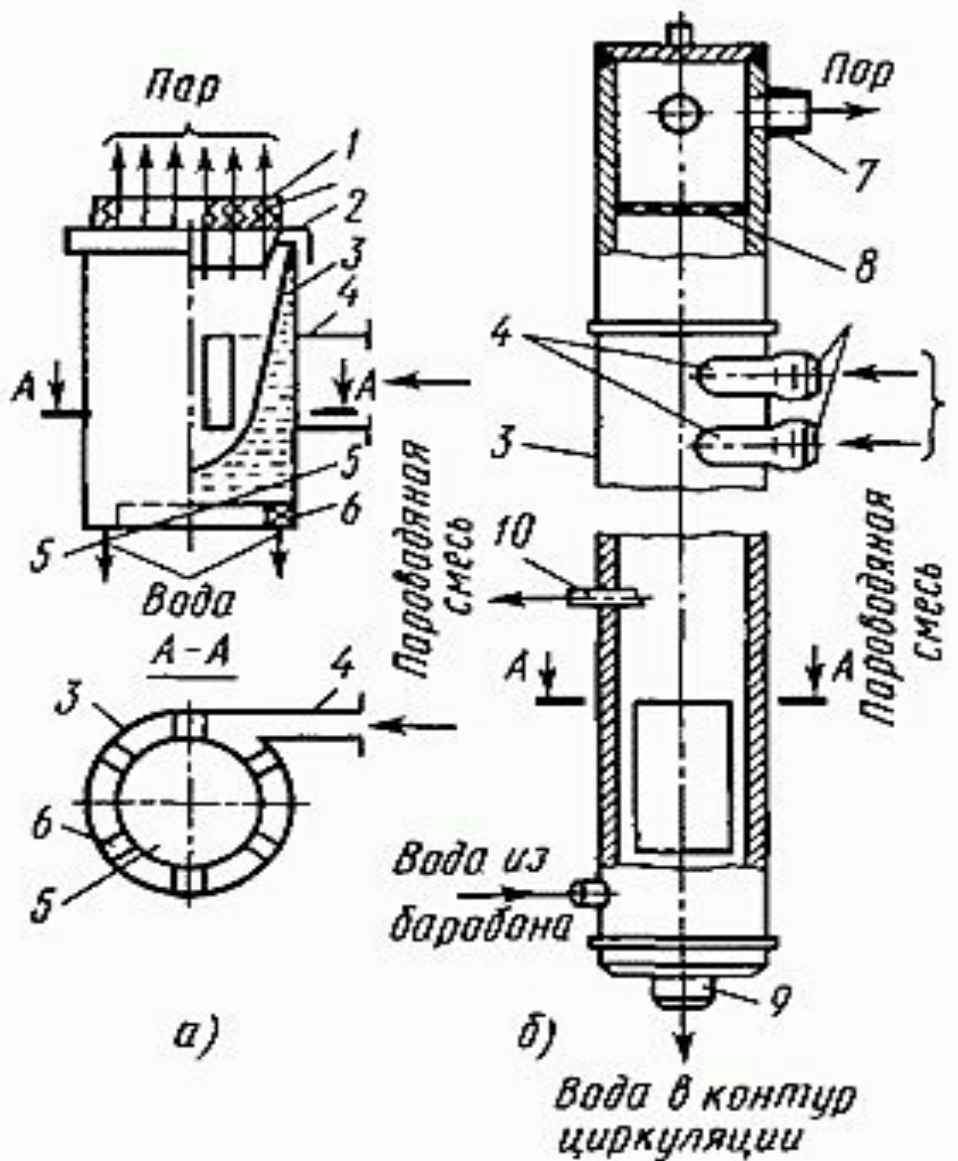
Барабан и сепарационные устройства



Отделенная в циклонах вода стекает вниз и далее направляется к опускным 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.

В барабанном котле чистота пара определяется растворимостью солей в паре и механическим уносом капель влаги потоком пара из барабана. Растворимость веществ в паре с ростом давления увеличивается, а в котлах среднего давления не играет большой роли. Поэтому при низких и средних давлениях, когда растворимость солей в паре мала, чистота пара в основном определяется уносом капелек влаги. Концентрация солей в паре в этом случае не только зависит от количества захваченной паром влаги, но и от концентрации солей в ней. Чем меньше концентрация солей в котловой воде, тем чище пар. В соответствии с этим методы получения чистого пара основаны на достижении наиболее высокой его сухости, на отделении частиц влаги, увлекаемых паром с поверхности испарения.

Барaban и сепарационные устройства



Циклоны:

- а — внутрибарabanные,
- б — выносные;
- 1 — жалюзийная решетка,
- 2 — крышка,
- 3 — корпус,
- 4 — подводящий патрубок,
- 5 — доньшко,
- 6 — лопатки,
- 7 — пароводящая труба,
- 8 — решетка,
- 9 — водоотводящая труба,
- 10 — труба непрерывной продувки



Барабан и сепарационные устройства



Отделение пара от воды можно обеспечить поддержанием соответствующих скоростей пара в паровом объеме или установкой внутрибарабанных и выносных циклонов.

При подаче пароводяной смеси под уровень воды в барабане (рис. б) пар, двигаясь вверх, захватывает частицы влаги, вынося их с поверхности воды, называемой зеркалом испарения, в паровой объем барабана. По мере движения в паровом объеме барабана частицы воды замедляются и выпадают обратно на поверхность зеркала испарения.

Наиболее же мелкие частицы продолжают движение с паром. Размер выносимых частиц и, следовательно, влажность и солесодержание пара определяются, в первую очередь, скоростью пара и высотой парового объема барабана, а также солесодержанием воды в барабане. С увеличением скорости пара резко возрастает вынос влаги.

Понижение скорости пара и рост высоты парового объема связаны с увеличением диаметра и толщины стенок барабана, что утяжеляет котел и удорожает его изготовление. В современных котлах диаметр достигает до 1,8-2 м. Но и в больших барабанах вынос влаги может быть существенным, если не обеспечить равномерного распределения пароводяной смеси и пара по поверхности зеркала испарения

Барабан и сепарационные устройства



Это достигается установкой в барабане погружных 14 и пароприемных 9 дырчатых листов (рис. Б,б) равномерным подводом пароводяной смеси по длине барабана и отводом пара.

Во внутрибарабанных циклонах (рис. Б, а) пароводяная смесь поступает в цилиндрический корпус 3 циклона по патрубку 4, установленному по касательной к внутренней поверхности корпуса.

Под действием центробежного эффекта вода отжимается к стенке, стекая вниз, а пар по центральной части цилиндрического корпуса через отверстие в крышке 2 выходит в паровой объем барабана. Для повышения степени отделения влаги в выходном отверстии крышки размещают жалюзийный сепаратор 1, набираемый из гнутых пластин, на которых осаждаются капельки влаги. Внизу в центральной части циклона устанавливается глухое донышко 5, а между донышком и корпусом располагаются лопатки 6, гасящие вихревое движение водяного потока и уменьшающие прорыв пара в водяной объем барабана. Для улучшения очистки пара от влаги применяют его промывку в слое питательной воды или конденсата, находящихся на решетке с отверстиями, через которые проходит (барботирует) пар.

Барaban и сепарационные устройства



При прохождении слоя этой воды низкого солесодержания растворенные в паре примеси переходят в воду. Концентрация примесей в паре уменьшается, а в промывочной воде — увеличивается. Таким образом происходит замена влаги с большим солесодержанием на влагу с меньшим солесодержанием. Для достижения высокого эффекта промывки пар через промывочную воду пропускают мелкими струйками. После промывки он подвергается повторной сепарации. Необходимый уровень воды (30—40 мм) на щите 7 (см. рис. 67) поддерживается соответствующей высотой боковых пластин. В современных котлах для промывки используют конденсат, получаемый из собственного насыщенного пара котла.

При ступенчатом испарении осушка пара производится также в выносных циклонах (рис. Б,б), представляющих собой вертикальный корпус 3 (диаметром 300—500 мм), в который по патрубкам 4 тангенциально подводится пароводяная смесь. Высота циклона определяется суммой необходимых высот парового (1,5-2,5 м) и водяного (2-2,5 м) объемов. Отделенный пар, пройдя решетку 8, по трубе 7 отводится в барабан, а вода по трубе 9 идет к опускным трубам.

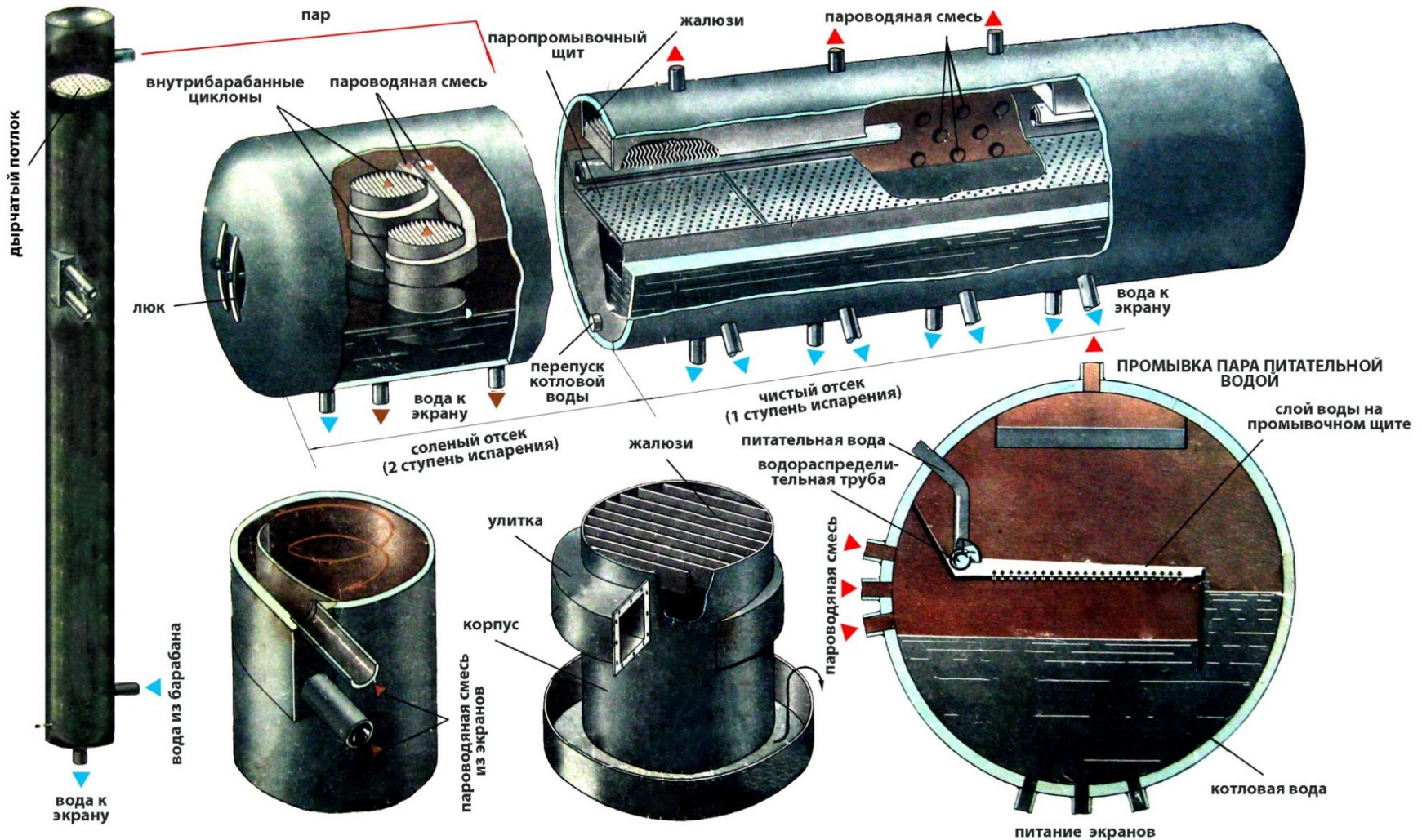
Барaban и сепарационные устройства



При работе котлов большое внимание уделяется поддержанию заданного уровня воды в барабане, регулируемого автоматически или дистанционно машинистом со щита управления. При чрезмерном переполнении барабана водой может быть открыт аварийный слив в трубу

Барaban и сепарационные устройства

ПАРОСЕПАРАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА



Парообразующие поверхности нагрева

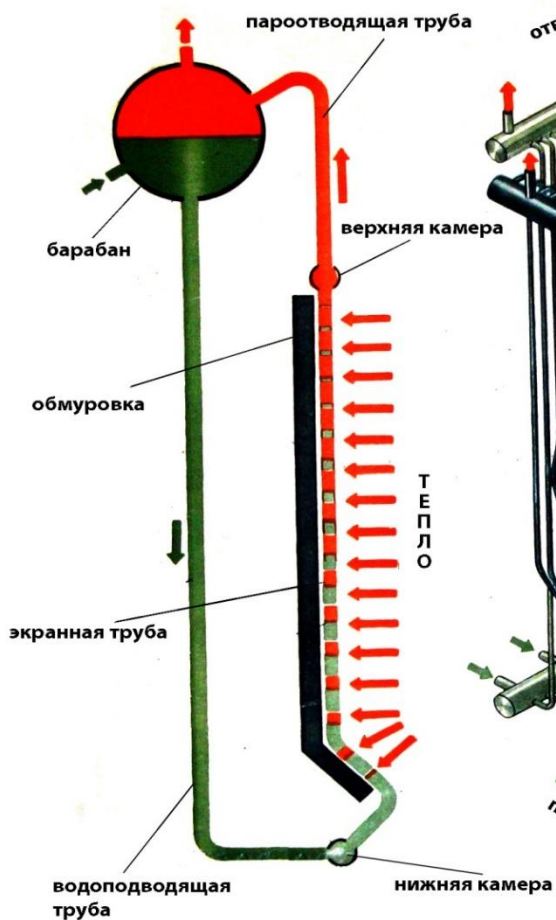
Изменение тепловосприятия в поверхностях нагрева котла
с ростом параметров пара

Давление перегретого пара, МПа	Температура перегретого пара, °С	Температура питательной воды, °С	Распределение теплоты между поверхностями нагрева» %		
			испарительными	пароперегревательными	экономайзерными
4	440	145	62	19	19
10	540	215	49	30	21
14	560	230	40	35	25
14	545/545	240	35	44	21
25,5	565/570	260	—	58	42

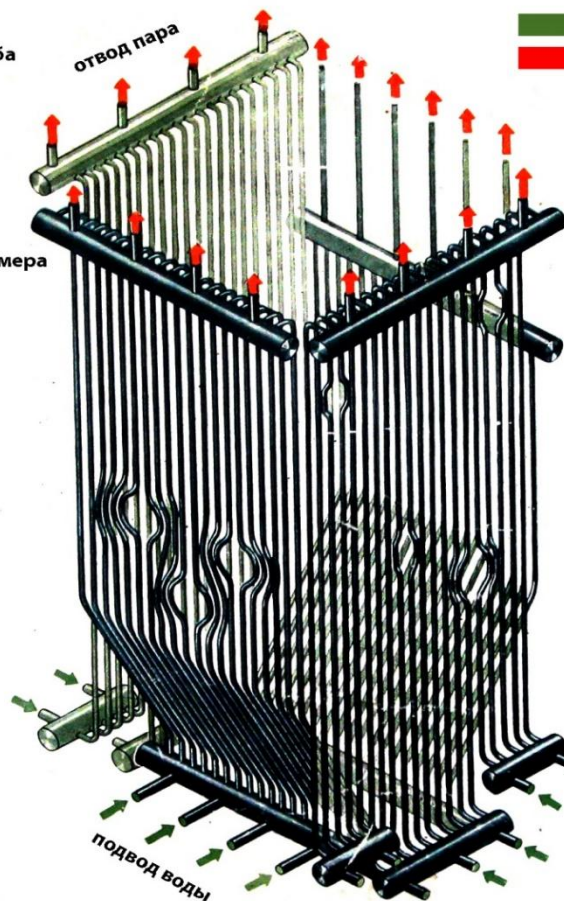
Парообразующие поверхности нагрева

ЭКРАНЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

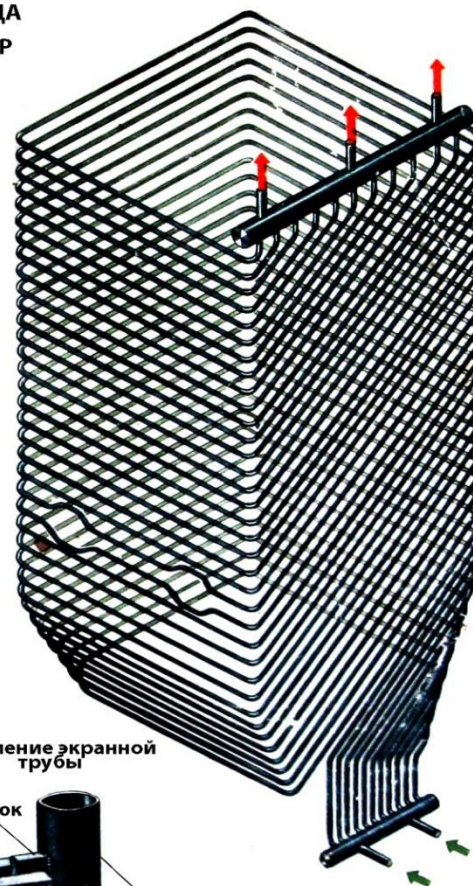
СХЕМА ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ



ЭКРАНЫ БАРАБАННОГО КОТЛА



ЭКРАНЫ ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА



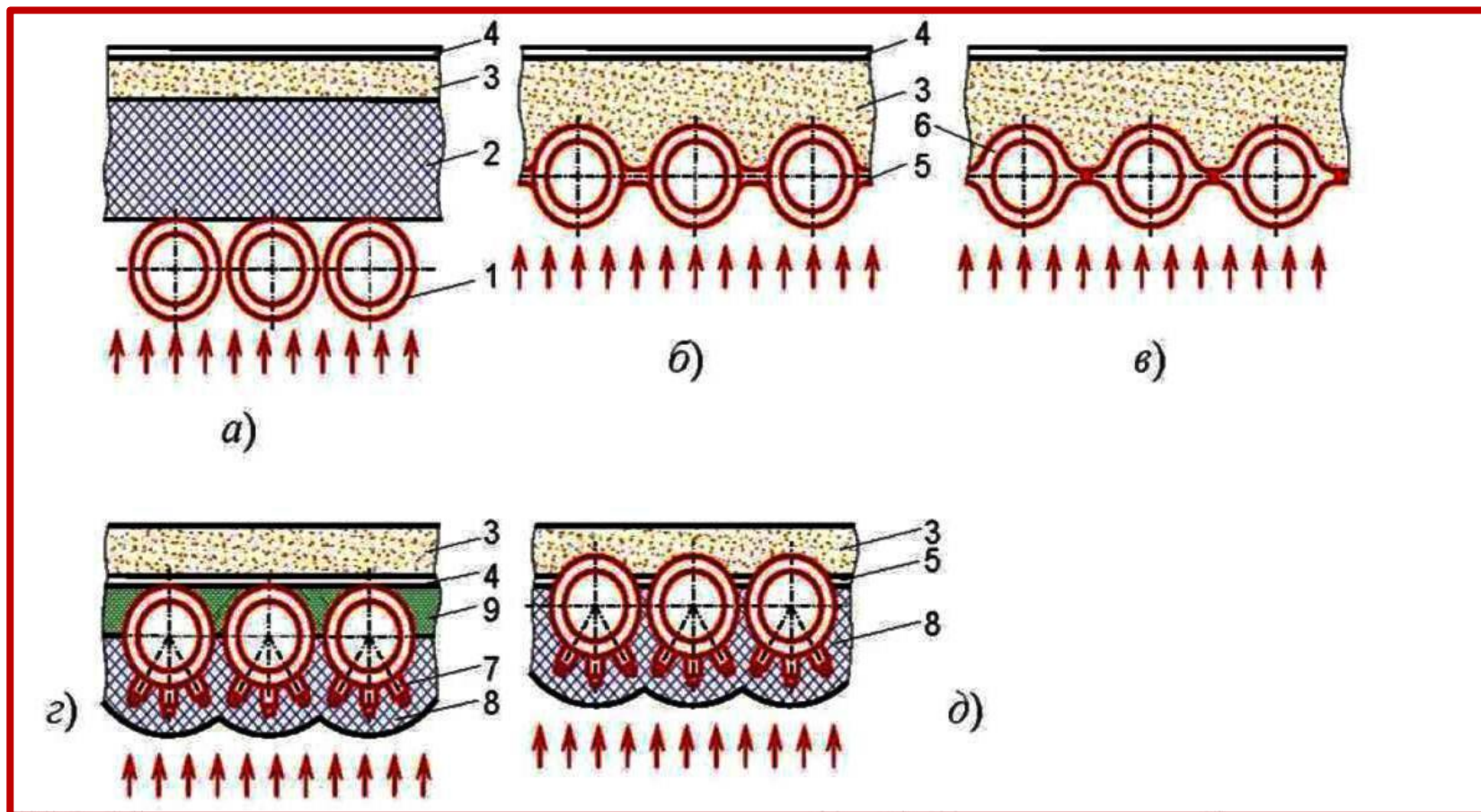
ВОДА
ПАР



Парообразующие поверхности нагрева

Типы топочных экранов:

а) гладкотрубный, б) газоплотный из плавниковых труб, в) газоплотный с вварными полюсами, г) гладкотрубный футерованный, д) мембранный футерованный



Парообразующие поверхности нагрева

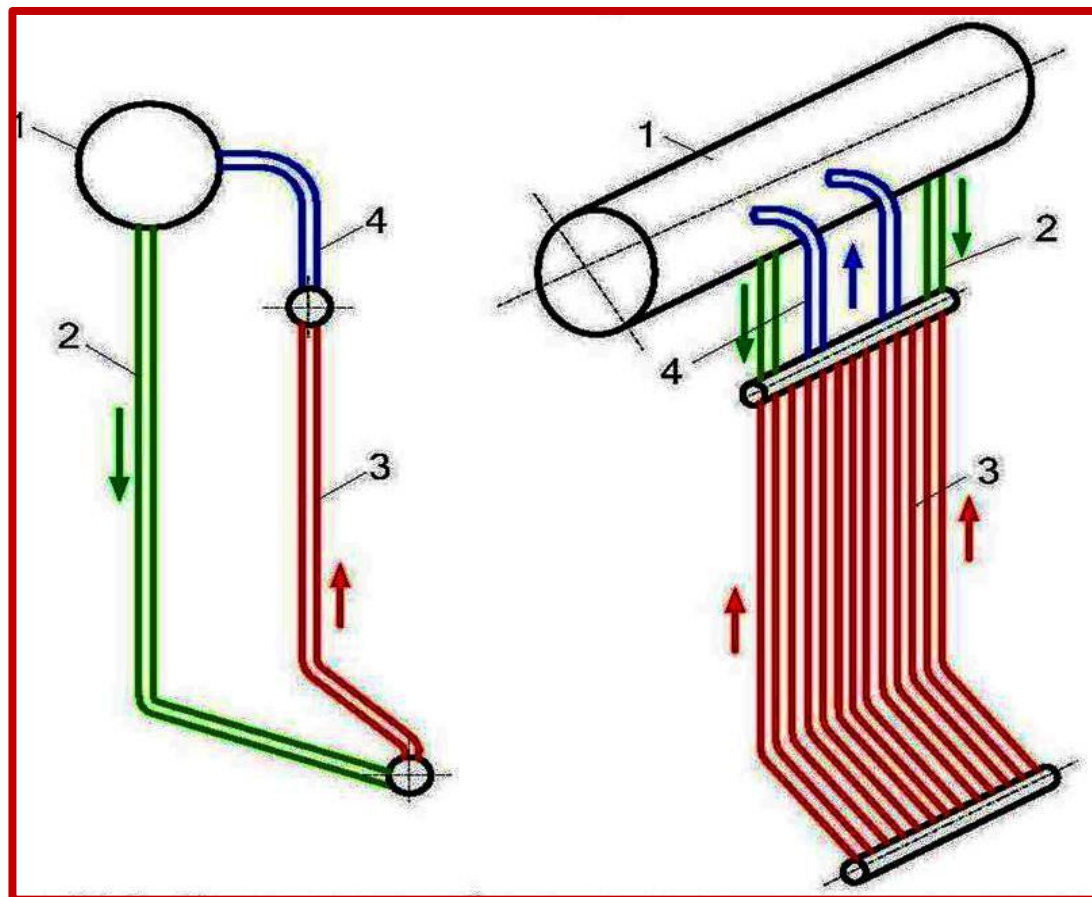


Гладкотрубные экраны применяют в паровых котлах всех систем, работающих под разрежением газового тракта. При естественной циркуляции в целях повышения надежности движения рабочей среды в трубах топочные экраны располагают почти исключительно вертикально и в отдельных случаях круто наклонно. Парообразующие поверхности нагрева прямоточных котлов в котлов с многократной принудительной циркуляцией можно ориентировать в пространстве любым способом, выполняя топочные экраны вертикальными, горизонтальными и подъемно-опускными, поскольку здесь есть возможность организации движения пароводяной смеси со скоростью, предотвращающей нарушение гидравлических режимов.

Парообразующие поверхности нагрева

Схема секции фронтального экрана котла с естественной циркуляцией:

1 – барабан; 2 – необогреваемые опускные трубы; 3 - опускные трубы топочных экранов; 4 – отводящие трубы



Парообразующие поверхности нагрева

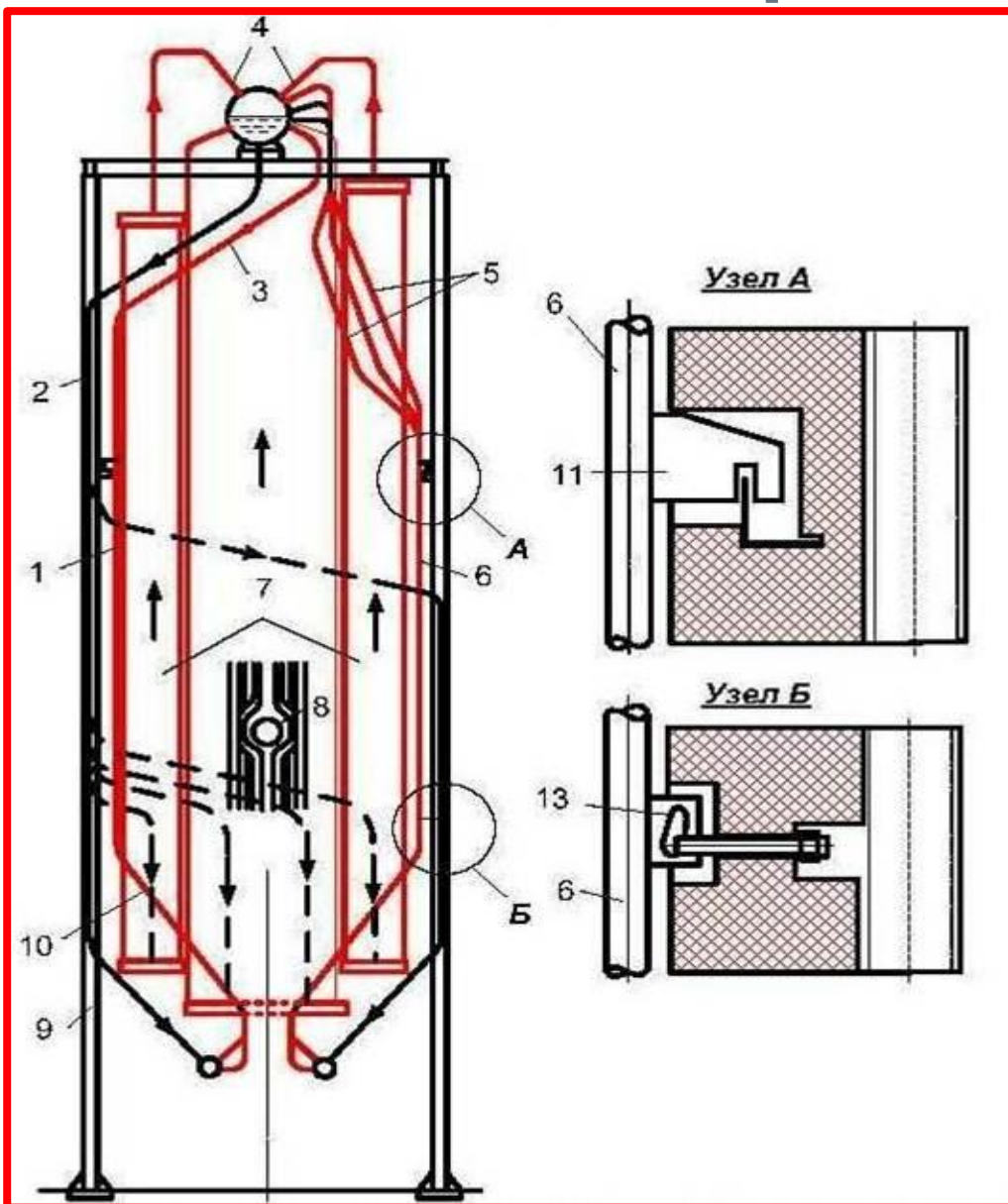


Схема расположения топочных экранов котлов среднего давления

- 1 – фронтальной экран;
- 2 – опускные трубы;
- 3 – потолочные трубы;
- 4 – отводящие трубы,
- 5 – фронтальной экран;
- 6 – опускные трубы;
- 7 – потолочные трубы;
- 8 – отводящие трубы;
- 9 – фронтальной экран;
- 10 – опускные трубы;
- 11 – потолочные трубы;
- 12 – отводящие трубы;
- 13 – фронтальной экран;
- 14 – опускные трубы.

Парообразующие поверхности нагрева



Экраны представляют собой ряд панелей с параллельно включенными вертикальными подъемными трубами, соединенными между собой коллекторами. Часть подъемных экранных труб введена непосредственно в барабан котла. Отдельные секции экранов присоединены к барабану через коллекторы и соединительные трубы.

Вода из барабана подводится в нижние коллекторы экранов опускными трубами, вынесенными за пределы обмуровки топки. Каждая панель экранов имеет независимый контур циркуляции, что обеспечивает дифференцированное питание их водой в соответствии с тепловой нагрузкой каждой панели. В месте выхода продуктов сгорания из топки экран, расположенный на задней ее стенке, образует трехрядный фестон, наличие которого обеспечивает затвердевание расплавленных частиц золы, не охлажденных в топке, что исключает шлакование пароперегревателя, размещенного за топкой. Подъемные трубы экранов выполняют без горизонтальных участков, с минимальным количеством изгибов в местах расположения горелок, амбразур, лазов и пр.

Парообразующие поверхности нагрева

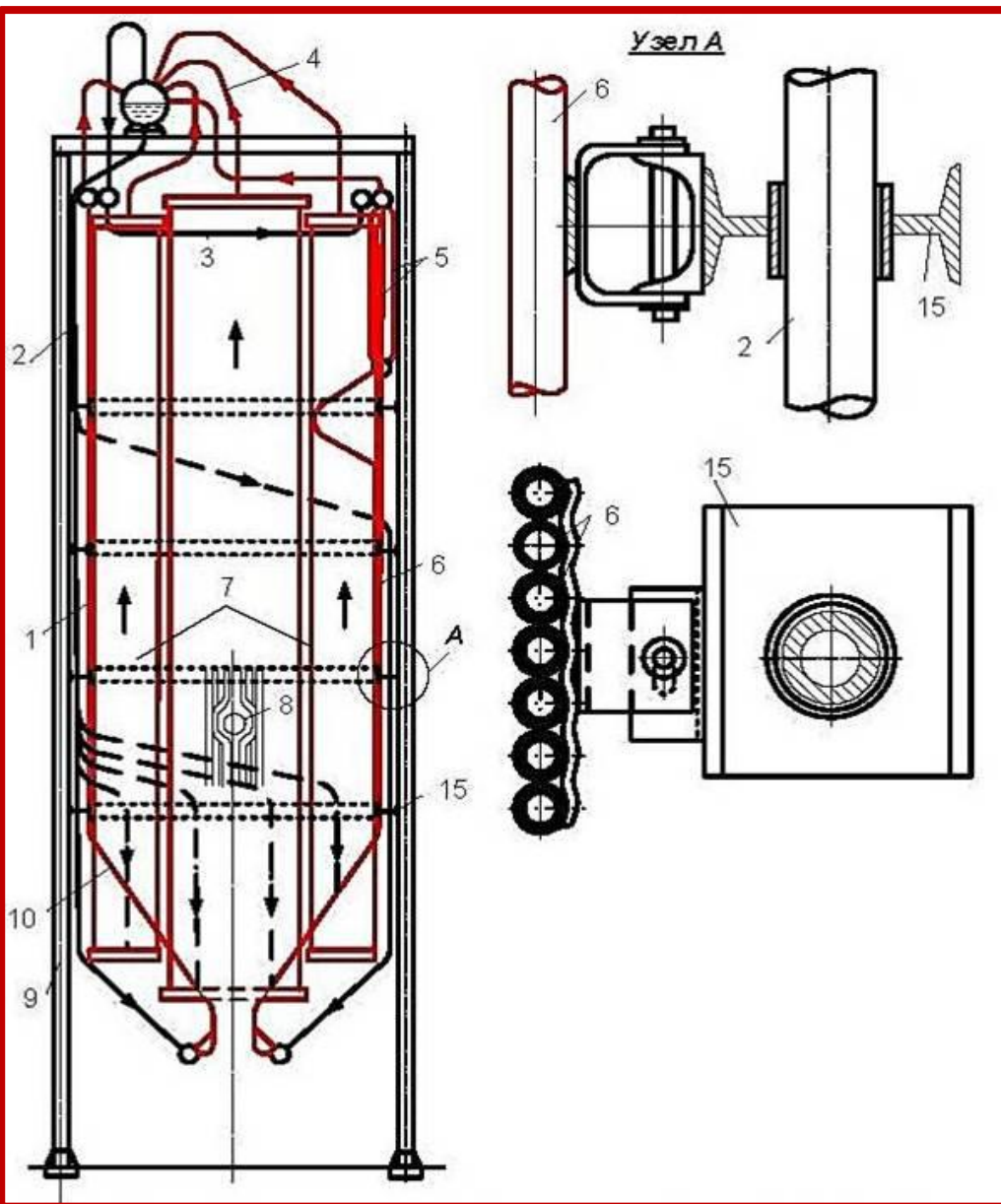


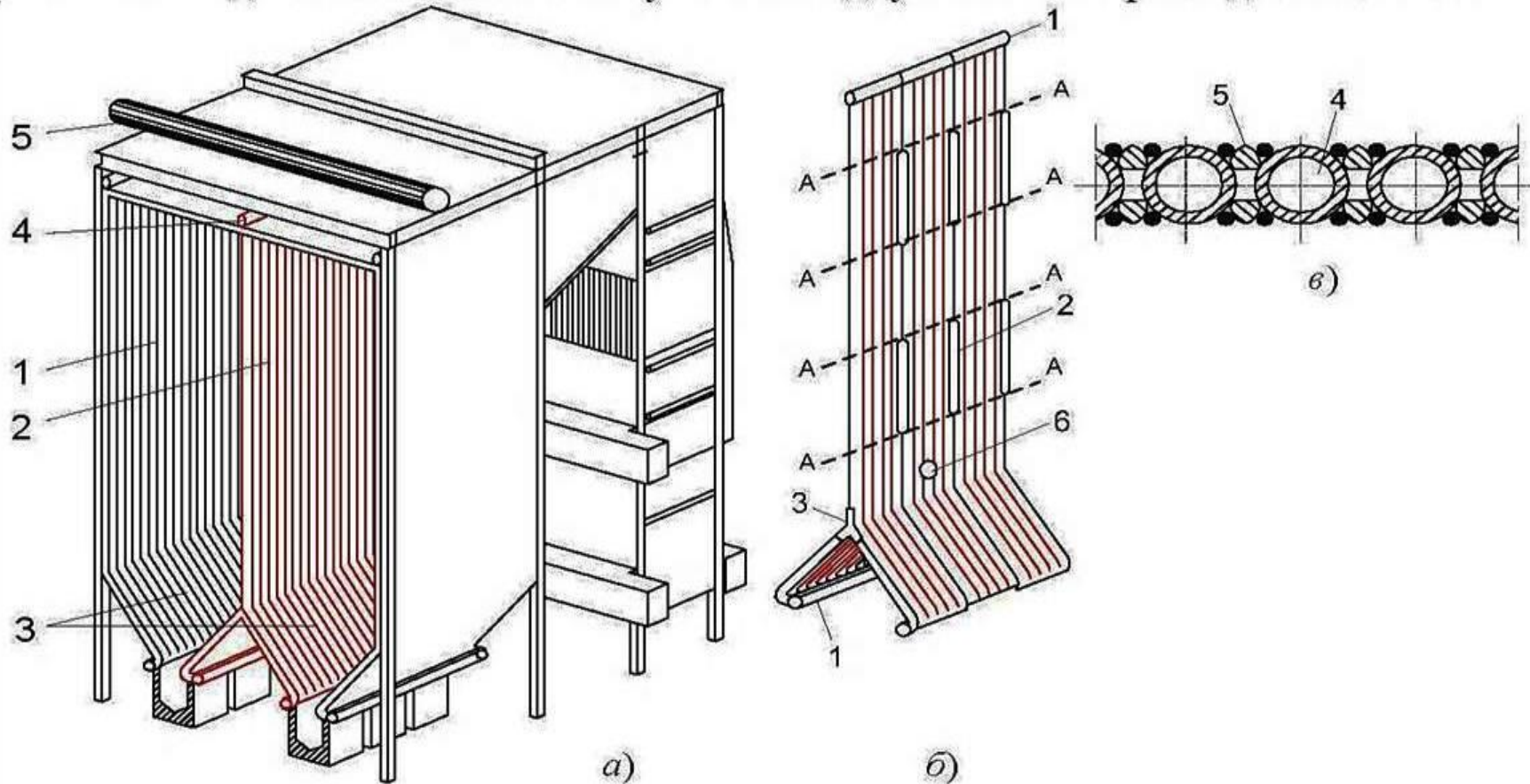
Схема расположения топочных экранов котлов высокого давления

- 1 – фронтной экран;
- 2 – опускные трубы;
- 3 – потолочные трубы ;
- 4 – отводящие трубы,
- 5 – фронтной экран;
- 6 – опускные трубы;
- 7 – потолочные трубы;
- 8 – отводящие трубы;
- 9 – фронтной экран;
- 10 – опускные трубы;
- 11 – потолочные трубы;
- 12 – отводящие трубы;
- 13 – фронтной экран;
- 14 – опускные трубы;
- 15 – пояс жесткости.

Парообразующие поверхности нагрева

Выполнение двухцветного экрана :

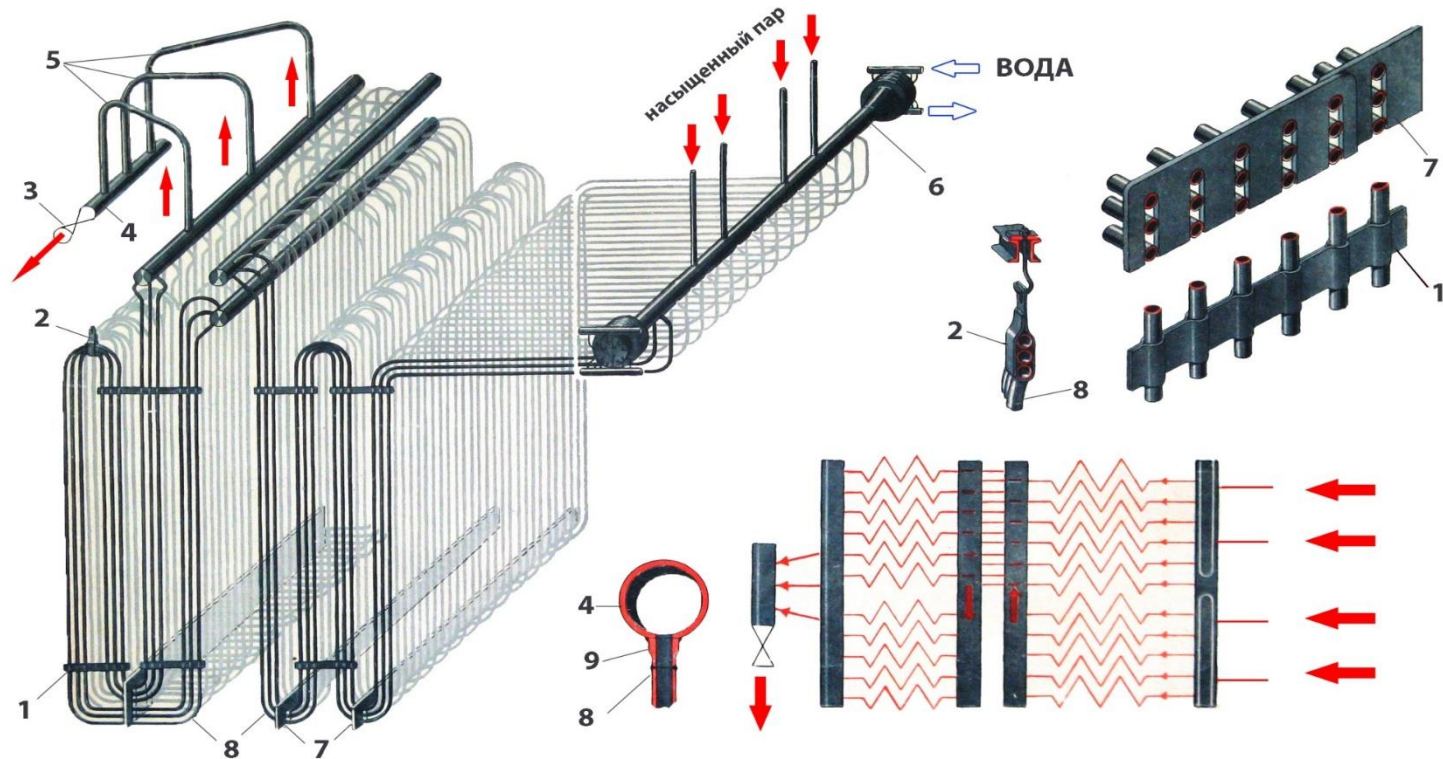
а – компоновка двухцветного экрана; б – общий вид экрана; в – узел сварки труб в зонах А - А; 1 – коллектор; 2 – «окно» для выравнивания давления; 3 – «тройник» для перехода к одному ряду труб; 4 – труба экрана; 5 – пруток; 6 – ремонтный лаз.



Пароперегреватели

Пароперегреватель - устройство для повышения температуры пара выше температуры насыщения, соответствующей давлению в котле.

ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬ

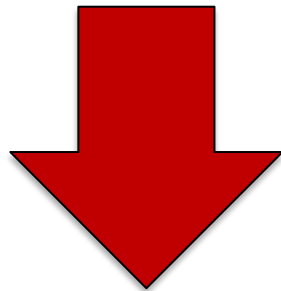


1 - дистанционный хомут
2 - подвеска змеевика
3 - главная паровая задвижка

4 - коллектор (камера)
5 - пароперепускные трубы
6 - пароохладитель

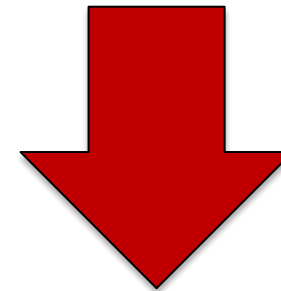
7 - дистанционная гребенка
8 - змеевики
9 - штуцер

Пароперегреватели
по способу тепловосприятия делятся



конвективные

(расположены в газоходе в зоне низких температур в виде змеевиков из стальных труб с наружным диаметром 28-42 мм)



радиационные

(находятся в топке или газоходе в виде ширм и настенных экранов)

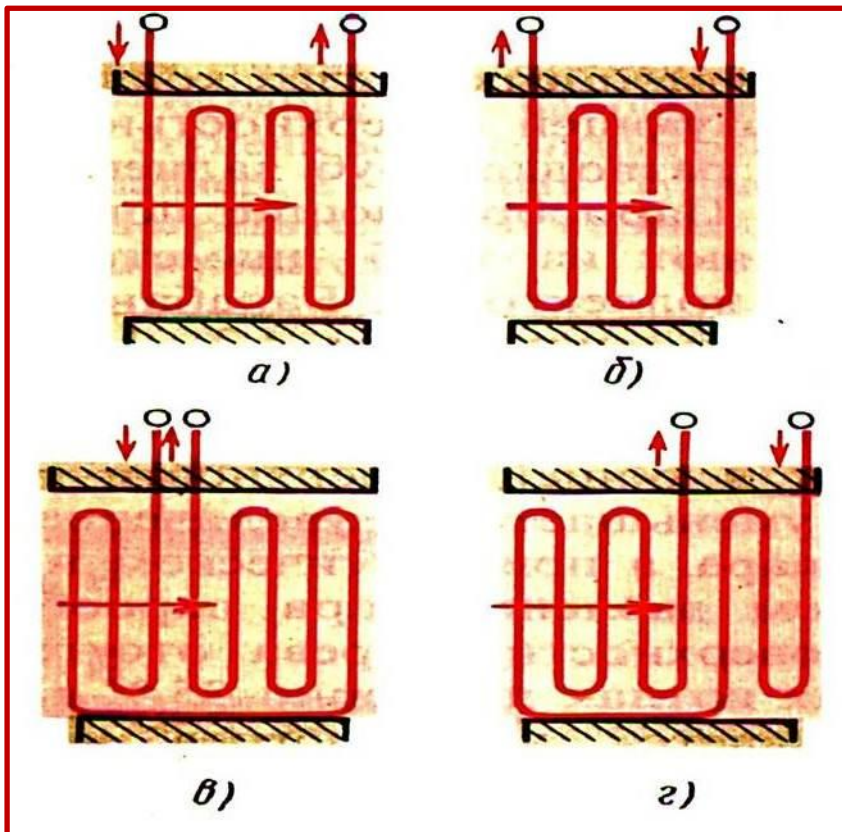
Пароперегреватели

Схемы включения пароперегревателей в зависимости от направления движения газов могут быть

прямоточные
(рис. а)

противоточные
(рис. б, в)

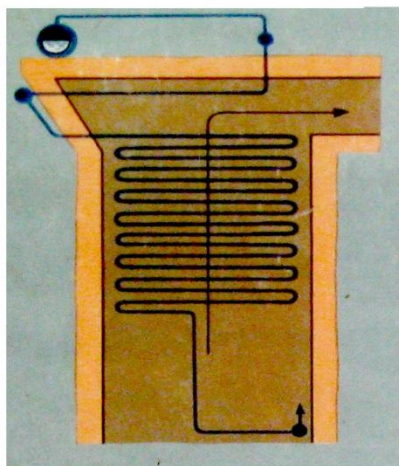
смешанные
(рис. г)



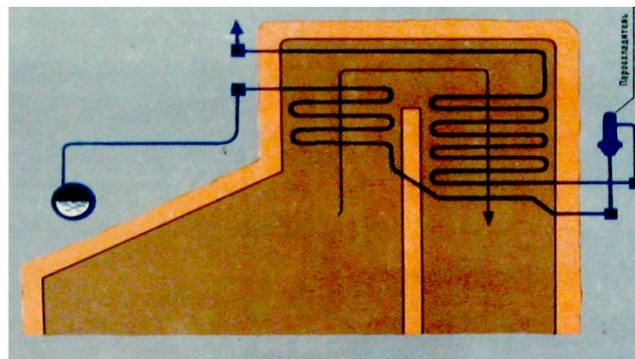
Регулирование температуры перегрева пара может осуществляться перепуском части газов мимо пароперегревателя и в пароохладителях путем смешения перегретого пара с насыщенным и впрыскивание воды в пар до и после пароперегревателя.

Пароперегреватели

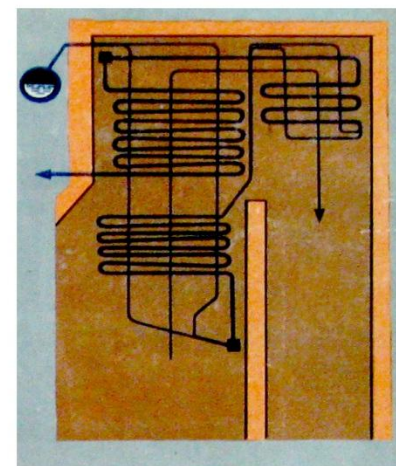
СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕЙ



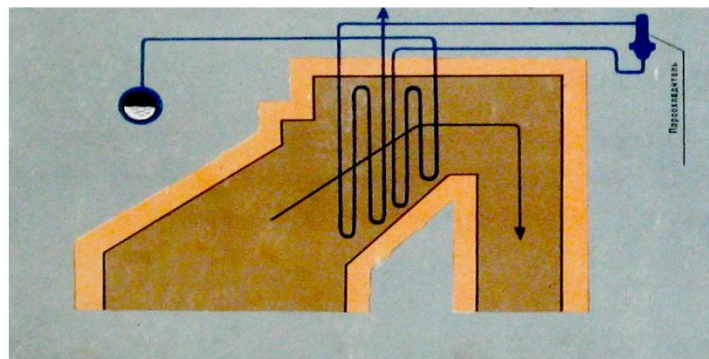
**ОДНОСЕКЦИОННЫЙ
ПРОТИВОТОЧНЫЙ**



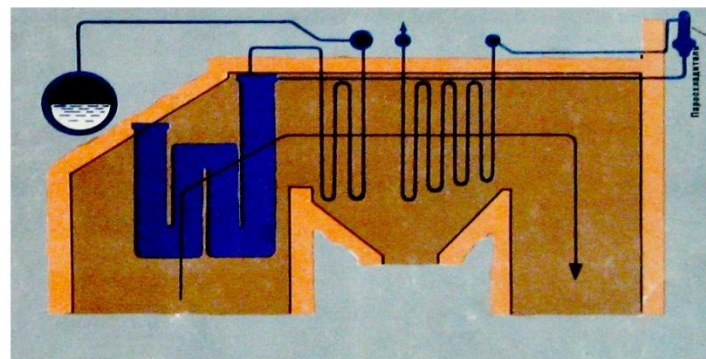
**ДВУХСЕКЦИОННЫЙ
ПРОТИВОТОЧНЫЙ**



**ТРЕХСЕКЦИОННЫЙ
ПРОТИВОТОЧНЫЙ (1 секция - параллельный
ток, 2 и 3 секция - противоток)**



ДВУХСЕКЦИОННЫЙ
(1 секция - противоток, 2 секция - параллельный ток)



ТРЕХСЕКЦИОННЫЙ
1 секция - противоток, 2 секция - ширмовый пароперегреватель, 3 секция - противоток)

Регулирование температуры перегретого пара



В пароперегревателях, как в наиболее напряженных поверхностях нагрева, недопустимо повышение температуры пара сверх установленных значений (не более 5°C выше номинальных), также не следует снижать его температуру ниже номинального значения более чем на 10°C из-за ухудшения экономических показателей турбины.

При работе котла постоянно возникают ситуации, влияющие на перегрев пара: изменение нагрузки, качества топлива, воздушного режима топки, появление шлака и загрязнений на трубах и т. д. Причем на различные типы пароперегревателей (радиационный, конвективный, полурadiационный) эти факторы сказываются по-разному. Например, при снижении нагрузки температура пара в радиационном перегревателе растет, а в конвективном падает; при увеличении избытков воздуха или при подаче инертных газов в топку (рециркуляции) в радиационном перегревателе из-за снижения температуры горения температура пара уменьшается, а в конвективном возрастает и т. д. Поэтому для поддержания температуры пара в указанных выше пределах при любых изменениях режима используют регуляторы перегрева как основного пара, так и пара промежуточного перегрева. Стабильность температуры перегрева несколько повышается при применении радиационно-конвективных перегревателей.

Регулирование температуры перегретого пара

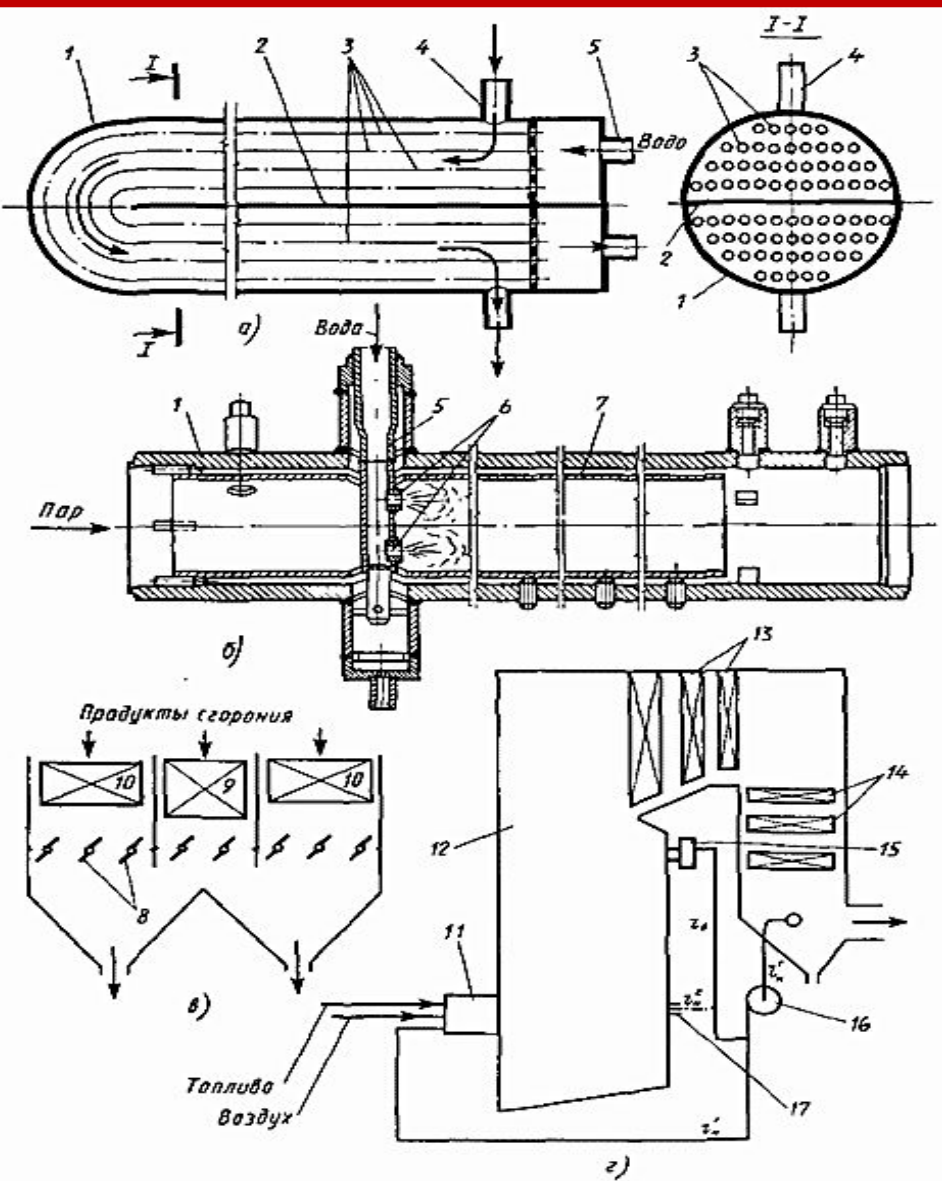


Рис. Г. Способы регулирования перегрева пара:

- а — поверхностный;
- б — впрыскивающий;
- в — байпасированием продуктов сгорания;
- г — рециркуляцией продуктов сгорания;
- 1 — корпус;
- 2 — перегородка;
- 3 — трубы охлаждающей жидкости;
- 4, 5 - патрубок пара и воды;
- 6 — разбрызгивающие сопла;
- 7 — рубашка;
- 8 — регулирующие шиберы;
- 9, 10 — поверхности нагрева в байпасном и основном газоходах;
- 11 — горелки;
- 12 — топка;
- 13, 14 — конвективные основные и промежуточные перегреватели;
- 15, 17 — верхние и нижние сопла рециркуляции газов;
- 16 — дымосос рециркуляции.

Регулирование температуры перегретого пара

В зависимости от принципа работы различают регуляторы :



Поверхностные



Впрыскивающие

Кроме того, для регулирования перегрева применяют также рециркуляцию и байпасирование продуктов сгорания, изменение положения факела в топке, а также (для промежуточного перегрева) используют байпасирование пара через первую ступень при двухступенчатом промежуточном перегревателе

Регулирование температуры перегретого пара

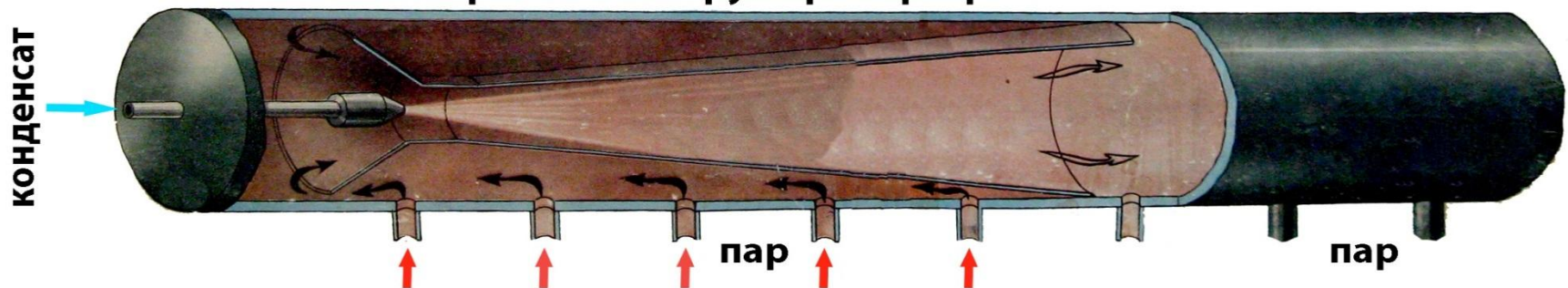
ПАРООХЛАДИТЕЛИ

ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПАРООХЛАДИТЕЛЬ



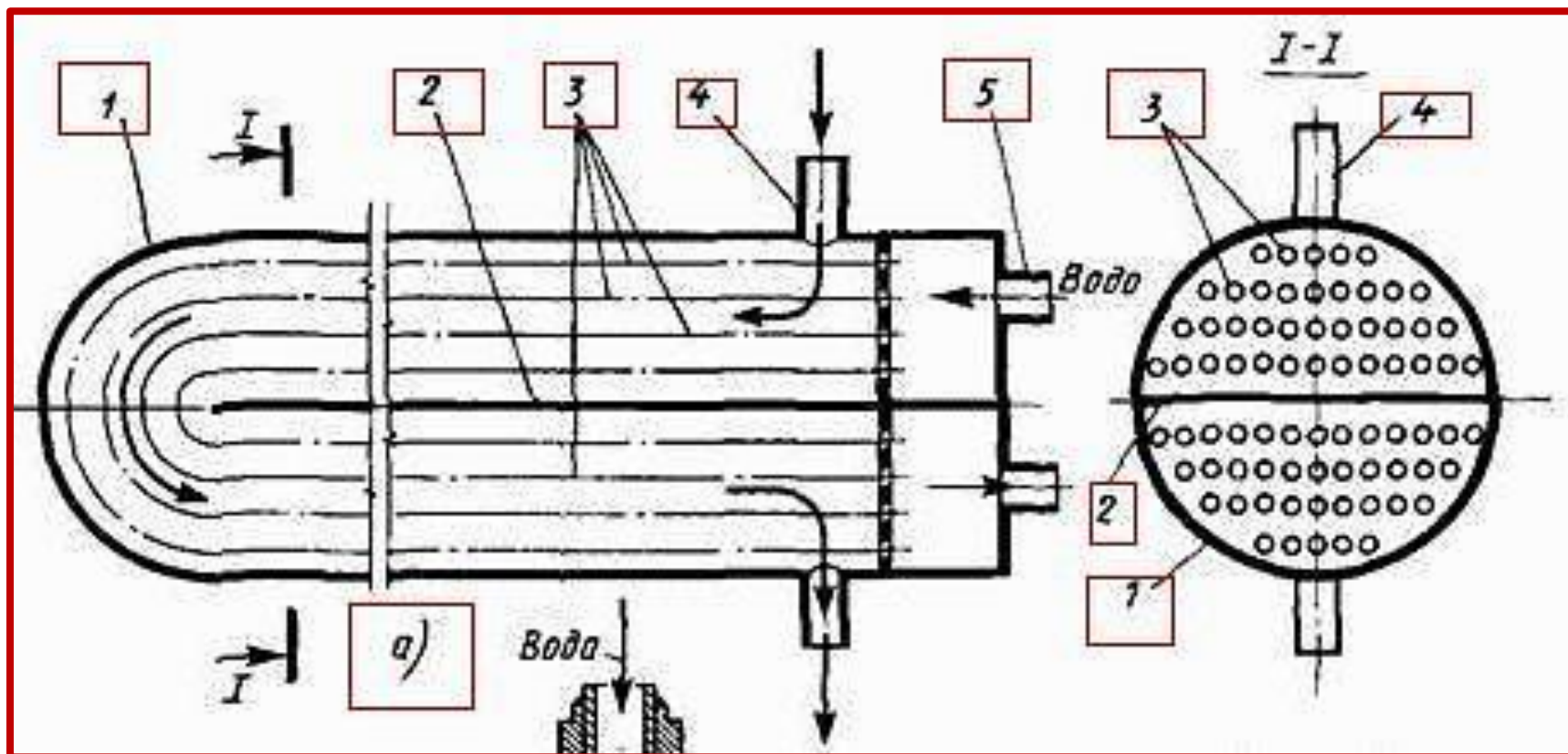
ВПРЫСКИВАЮЩИЕ ПАРООХЛАДИТЕЛИ

впрыск в камеру пароперегревателя



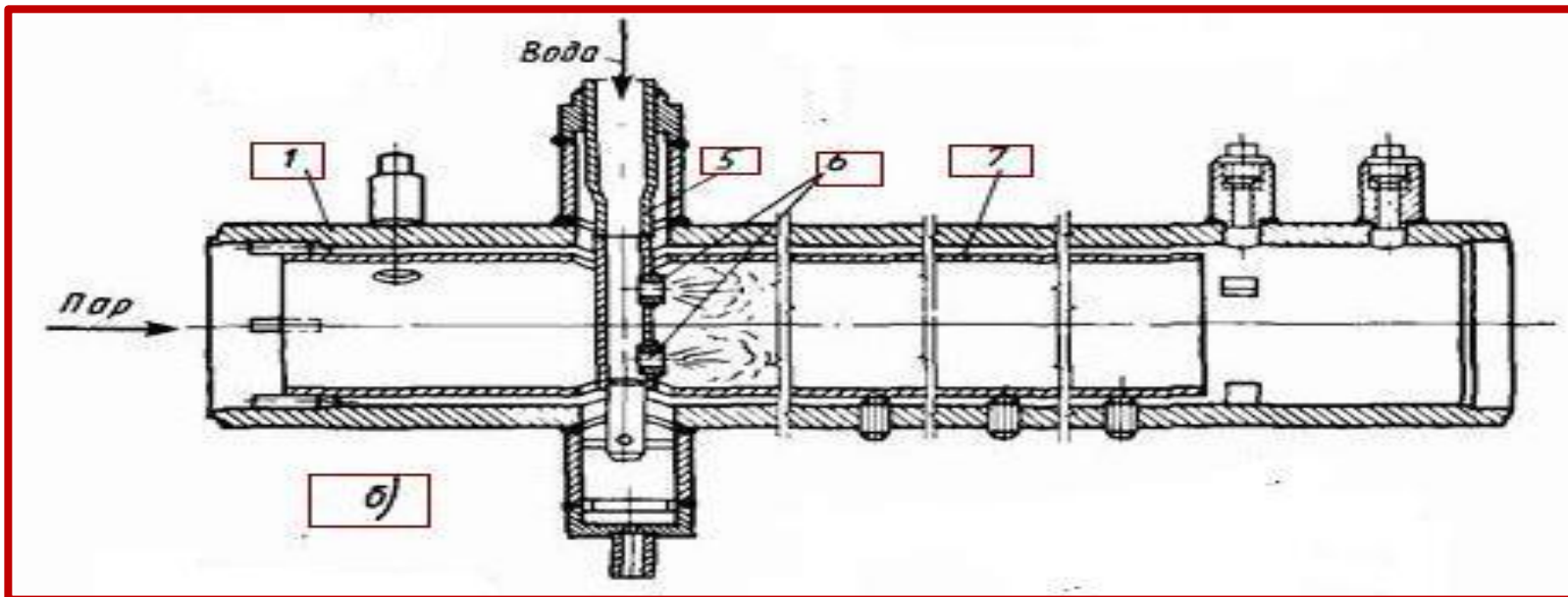
Регулирование температуры перегретого пара

Поверхностный регулятор (рис. а) перегрева выполнен в виде помещенных в корпус 1 змеевиковых труб 3, по которым движется охлаждающая среда, подаваемая по трубе 5. В качестве охлаждающей среды используют питательную воду, отбираемую до или в рассечке экономайзера, или промежуточный пар. После регулятора нагретая питательная вода возвращается в экономайзер.



Регулирование температуры перегретого пара

Впрыскивающие регуляторы перегрева (рис. б) широко распространены в основных перегревателях. Пар вводится по оси корпуса 1 регулятора. По трубе 5 и разбрызгивающим соплам 6 подают охлаждающую воду, которая, смешиваясь с паром и испаряясь, охлаждает его. Расход впрыскиваемой воды определяется требуемым снижением температуры пара. Обычно устанавливают несколько регуляторов впрыска за различными ступенями перегревателя. В первые регуляторы по ходу пара подают большое количество воды, чтобы облегчить условия работы всего перегревателя, а последующие впрыски являются подрегулировочными для обеспечения температуры перегрева. Чтобы подаваемая вода не попадала на стенки толстостенного корпуса и не вызывала колебания его температуры и трещинообразование, предусмотрена защитная рубашка 7.



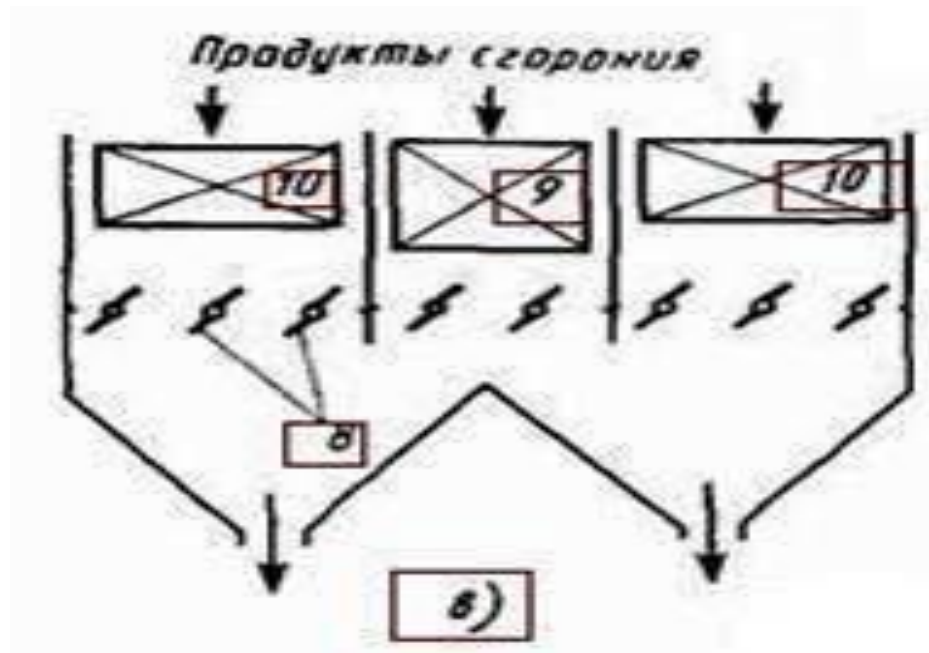
Регулирование температуры перегретого пара



Для впрыска используют питательную воду (при небольшом солесодержании — на котлах высокого и сверхкритического давления) или конденсат, получаемый из охлажденного насыщенного пара котла, отбираемого из барабана в установку собственного конденсата. В последнем случае неиспользованный для впрыска конденсат применяют для промывки пара

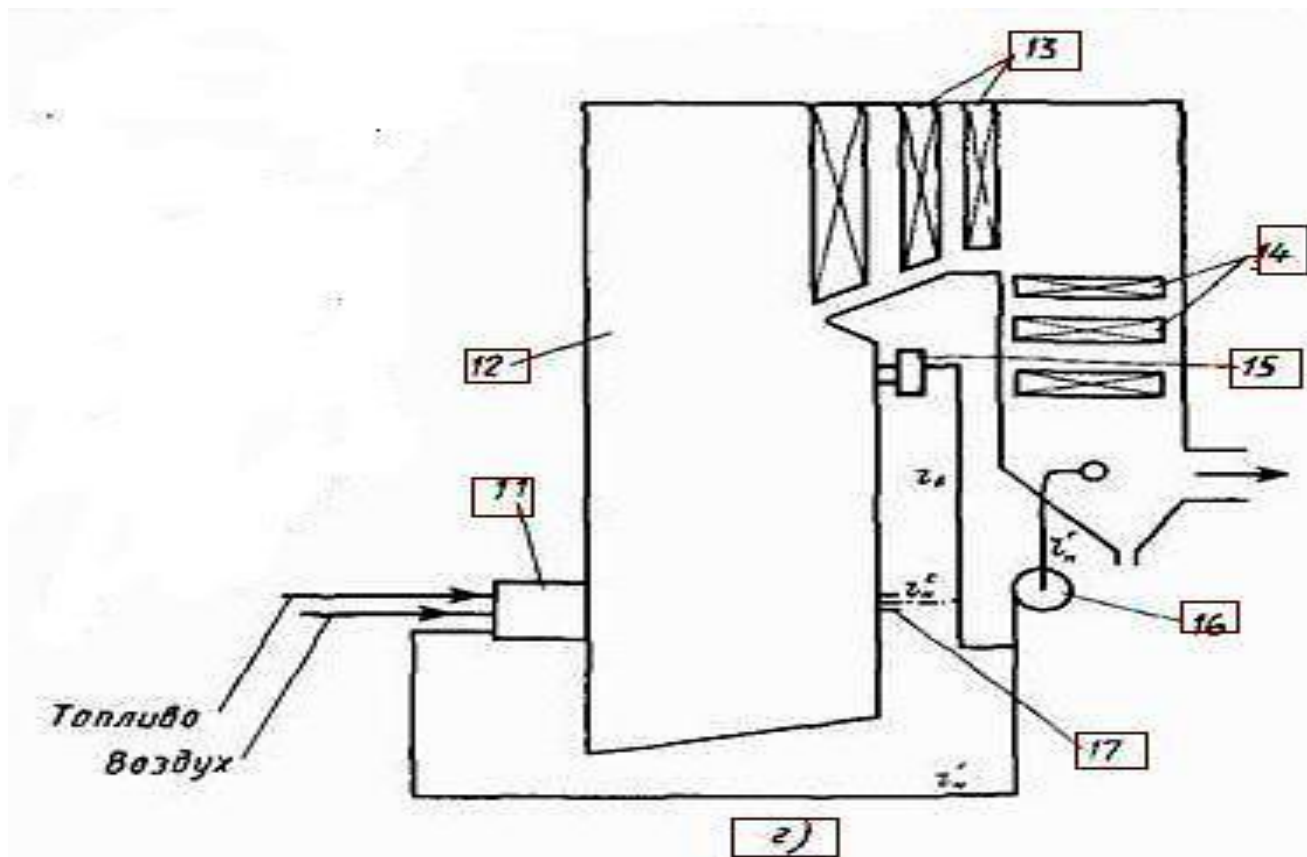
Регулирование температуры перегретого пара

Байпасированием продуктов сгорания (рис. в) через резервный газоход с установленной в нем **поверхностью нагрева 9** удастся изменить их расход через основные газоходы (с **пароперегревателями 10**) и тем изменять тепловосприятие пароперегревателей. Для изменения расхода газов применяют **шиберы 8**, установленные в зоне пониженных температур в конце газоходов.



Регулирование температуры перегретого пара

Регулирование температуры пара рециркуляцией продуктов сгорания (рис. Г) заключается в отборе части газов за одной из низкотемпературных поверхностей нагрева и вводе их в верхнюю или нижнюю часть топки через сопла 15 и 17 или через горелки 11.



Регулирование температуры перегретого пара



При вводе относительно холодных газов в нижнюю часть **топки 12** лучистый теплоотвод в ней снижается, при этом температуры газов на выходе могут повыситься или остаться без изменения. Но так как одновременно увеличивается количество газов при росте рециркуляции, в этом случае температура перегрева в **основных 13** и **промежуточных 14** конвективных перегревателях растет. Иное дело при вводе рециркуляции в верхнюю часть топки. В этом случае происходит резкое снижение температуры газов перед **пароперегревателем 13**, и температура пара в нем падает. **С ростом нагрузки долю рециркуляции газов в нижнюю часть топки уменьшают, а в верхнюю увеличивают.**

Изменение положения факела в топке и, следовательно, температуры газов перед пароперегревателем достигается изменением наклона поворотных горелок или переключением ярусов горелок при многоярусном их расположении.

При байпасировании пара регулирование температуры перегрева достигается изменением величины пропуска пара через первую ступень. Уменьшение пропуска пара через первую ступень и ввод его непосредственно во вторую способствуют снижению конечной температуры пара.

Регулирование температуры перегретого пара



В прямоточных котлах роль регуляторов перегрева снижается, они в основном используются для подрегулировки, а температуру перегретого пара поддерживают соотношением расхода воды (пара) и расхода топлива.

Экономайзеры

Экономайзер - устройство, обогреваемое продуктами сгорания топлива и предназначенное для подогрева или частичного парообразования воды, поступающей в котел.



Экономайзеры



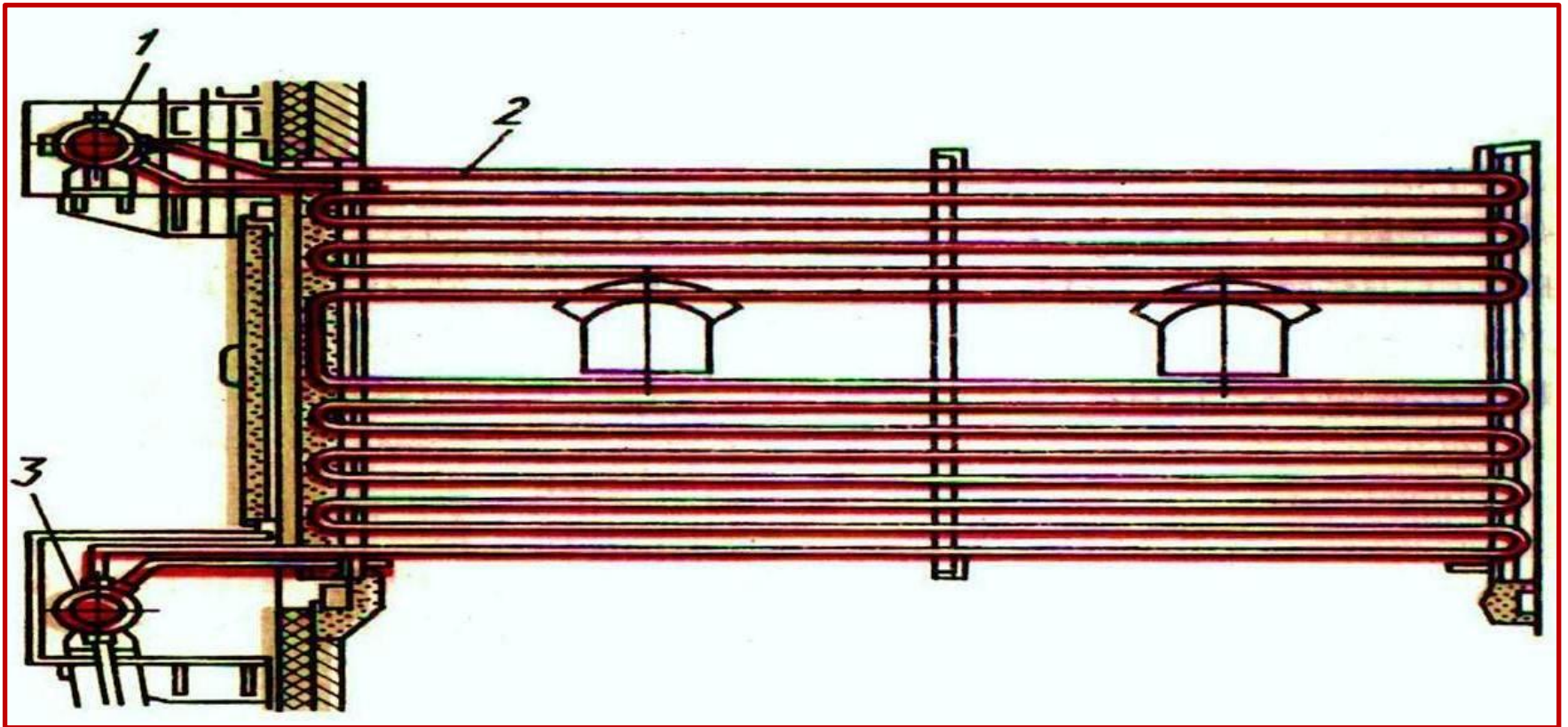
Экономайзеры кипящего типа, как правило, устанавливают на котлах низкого давления. В экономайзерах кипящего типа до 20% воды превращается в пар. Экономайзеры изготавливают из стали и чугуна. Чугунные экономайзеры делают только не кипящими и набирают из отдельных ребристых труб .

В экономайзерах всех типов вода движется только снизу вверх , чтобы образующиеся пузырьки растворенного в воде воздуха и газов не оказывали сопротивления движению воды.

Температура воды при входе в экономайзер должна быть выше температуры точки росы дымовых газов (примерно на 10К), чтобы исключалась возможность конденсации водяных паров, входящих в состав дымовых газов, и связанной с этим коррозии.

Экономайзеры

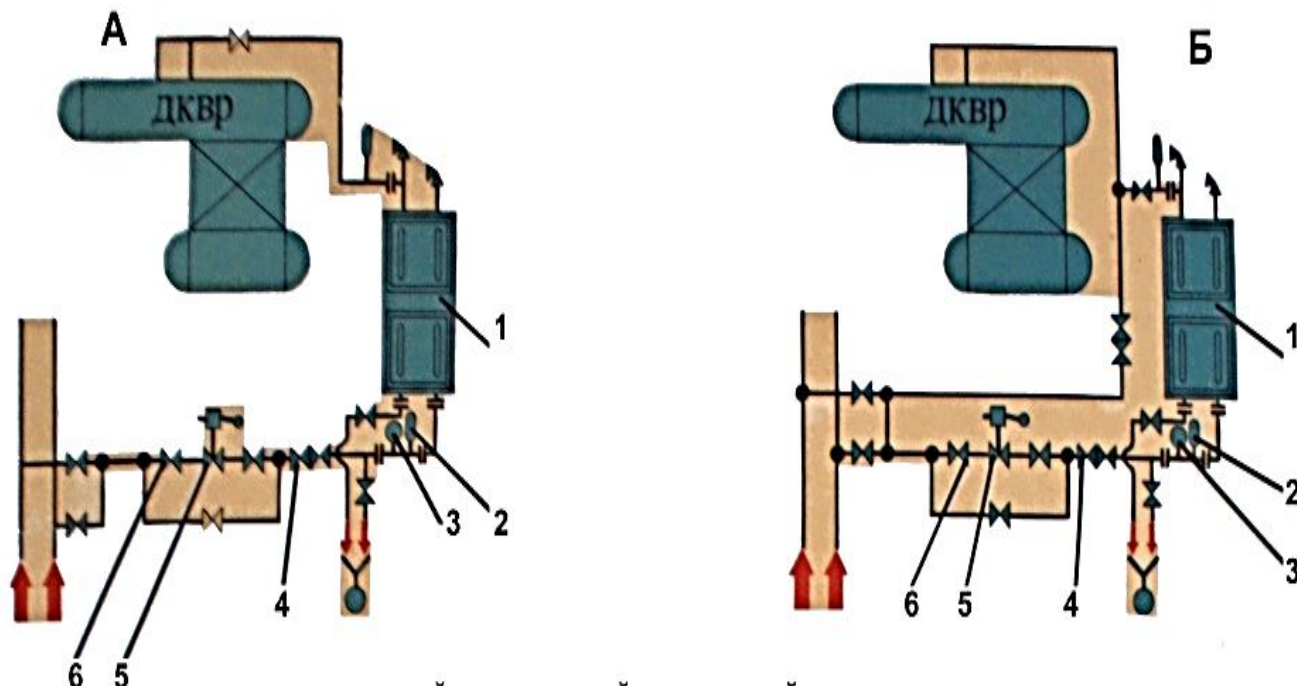
Стальные экономайзеры выполняют в виде горизонтальных змеевиков из труб диаметром 28-42 мм



Экономайзеры

Схемы питания котлов ДКВР при сжигании жидкого, газообразного и твердого топлива в топках, обладающих малой тепловой инерцией (А), и при сжигании твердого топлива в топках, обладающих большой тепловой инерцией (Б)

1. Чугунный экономайзер
2. Термометр
3. Манометр
4. Обратный клапан
5. Регулирующий клапан
6. Задвижка



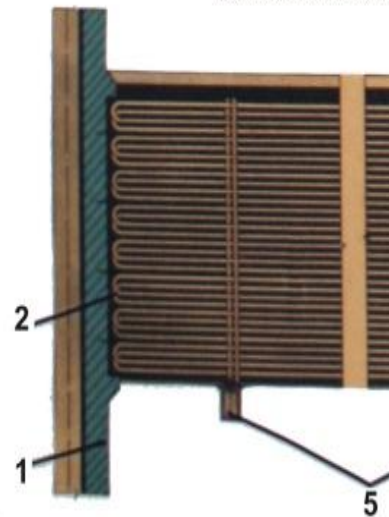
Экономайзеры



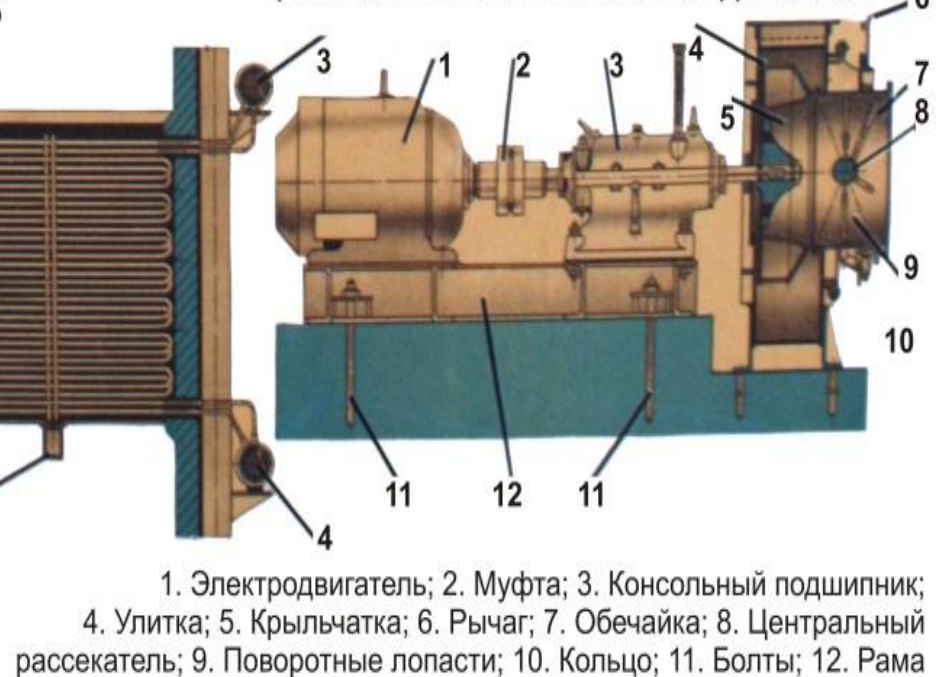
Экономайзеры

СТАЛЬНОЙ ГЛАДКОТРУБНЫЙ ЗМЕЕВИКОВЫЙ ЭКОНОМАЙЗЕР

1. Обмуровка
2. Стальной
3. Выходной коллектор
4. Входной коллектор
5. Опоры

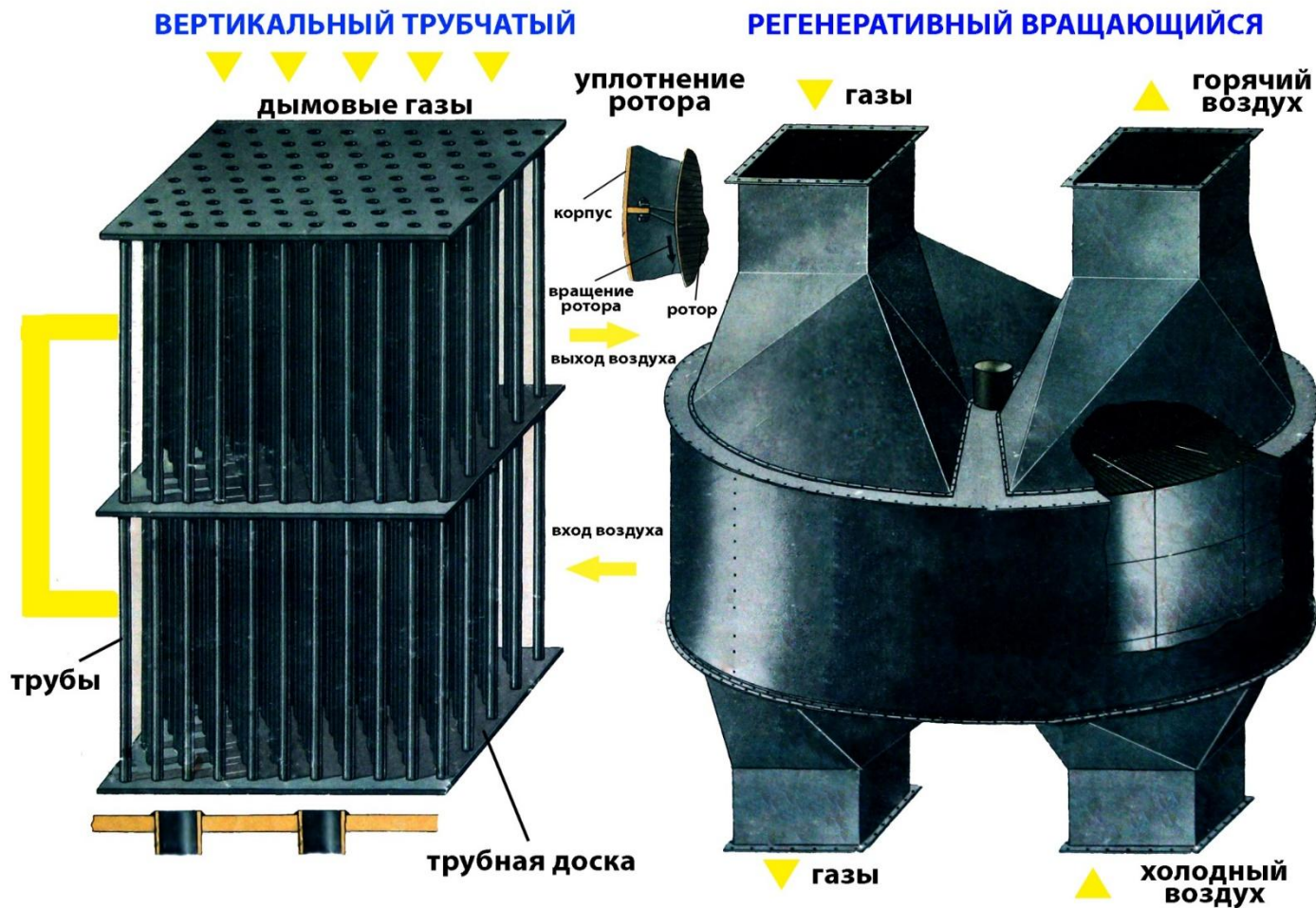


ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ВЕНТИЛЯТОР-ДЫМОСОС



Воздухоподогреватели

Воздухоподогреватель - устройство для подогрева воздуха продуктами сгорания топлива перед подачей в топку котла.

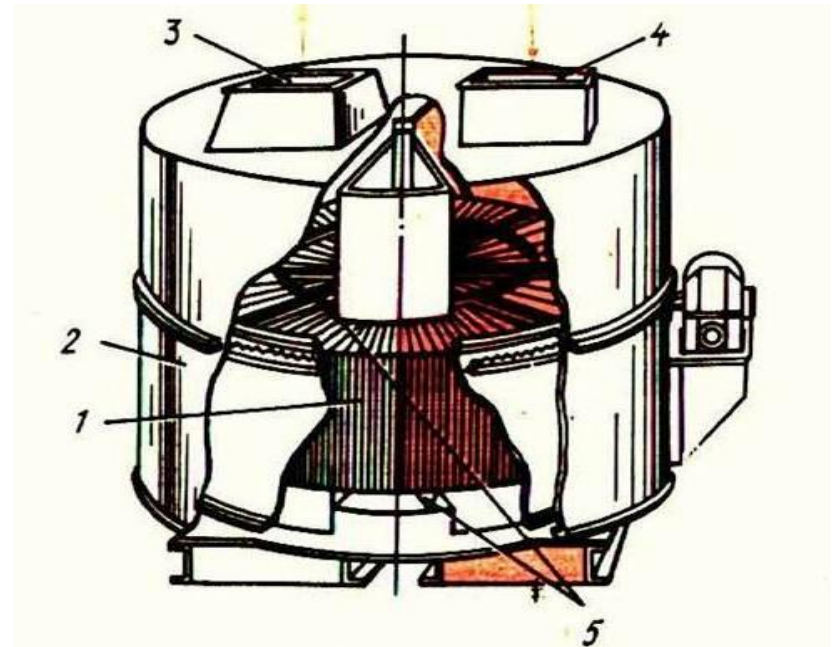
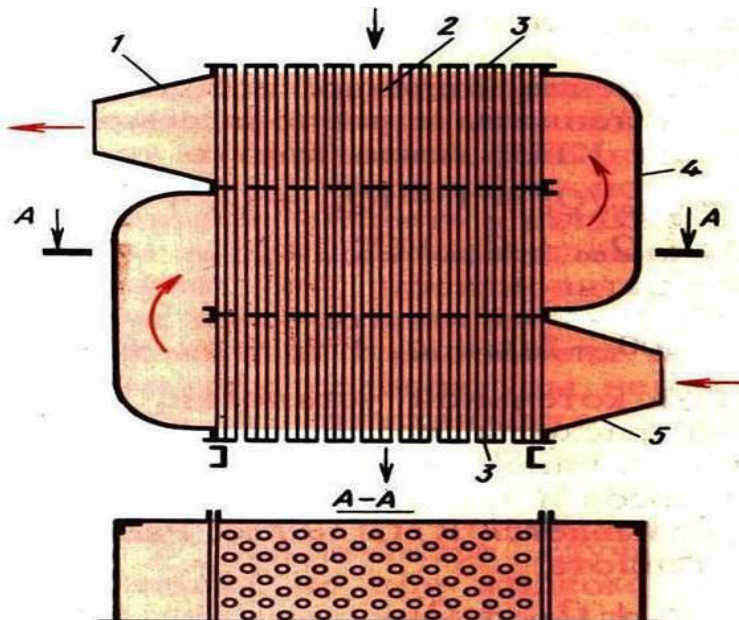


Воздухоподогреватели

Воздухоподогреватели

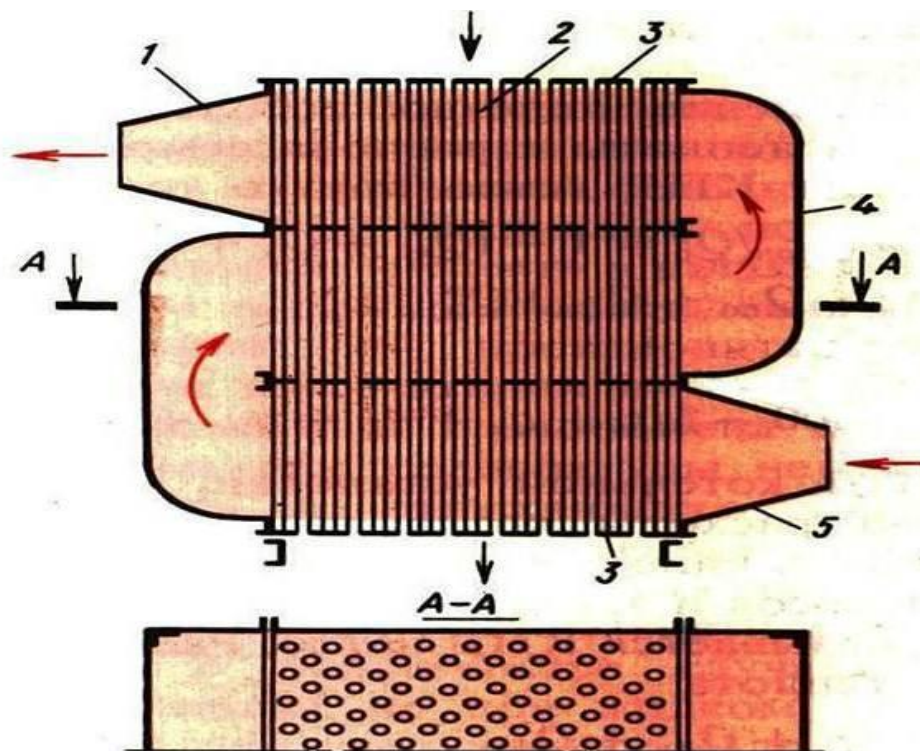
Рекуперативные

Регенеративные



Воздухоподогреватели

В рекуперативном воздухоподогревателе теплота дымовых газов передается воздуху через разделяющую их стенку. Наибольшее распространение получили трубчатые рекуперативные воздухоподогреватели



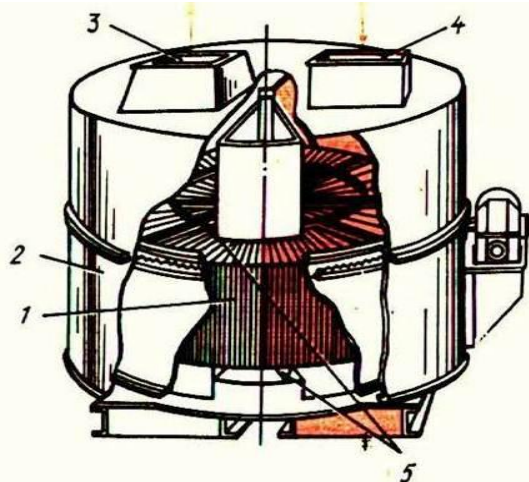
Воздухоподогреватели



В регенеративном воздухоподогревателе теплота передается через металлическую насадку, которая периодически нагревается горячими газами и охлаждается потоком холодного воздуха.

Регенеративный воздухоподогреватель показанный на рисунке, имеет барабан 1 с набивкой из тонких гофрированных стальных листов, заключенный в кожух 2. К кожуху присоединены воздушный 4 и газовый 3 короба. При частоте вращения 2-5 об/мин барабан попеременно проходит через газовый и воздушный потоки.

Преимуществом регенеративного воздухоподогревателя является его компактность и малая металлоемкость, недостатком- большая сложность конструкции. Трудность создания надежных уплотнений 5.



Для предупреждения выпадения влаги и коррозии температура воздуха на входе и воздухоподогреватель должна быть на 5-10 К выше температуры точки росы дымовых газов, что достигается рециркуляцией части горячего воздуха или предварительным подогревом.

Арматура котлов

Запорно – регулирующая арматура

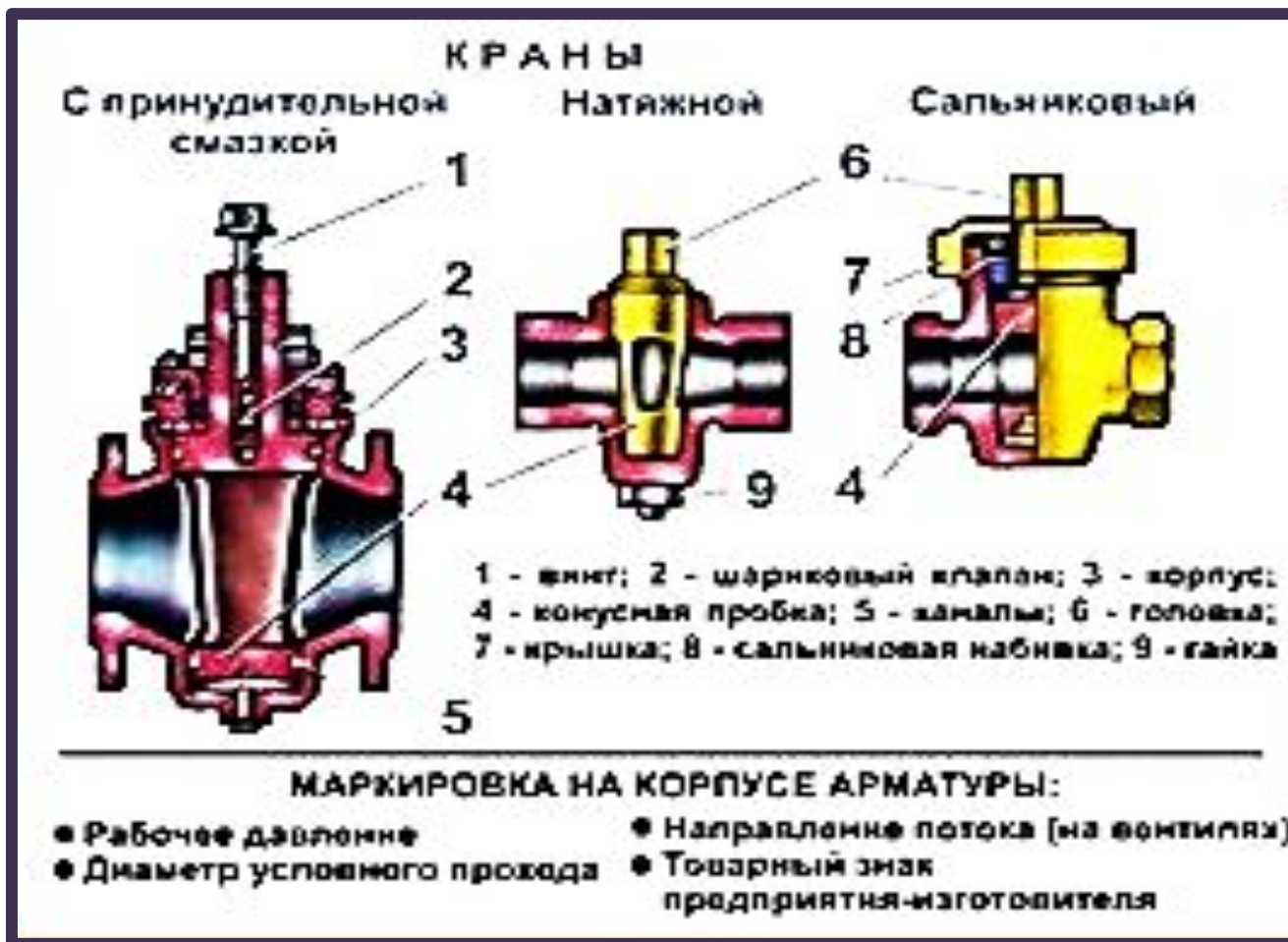


краны

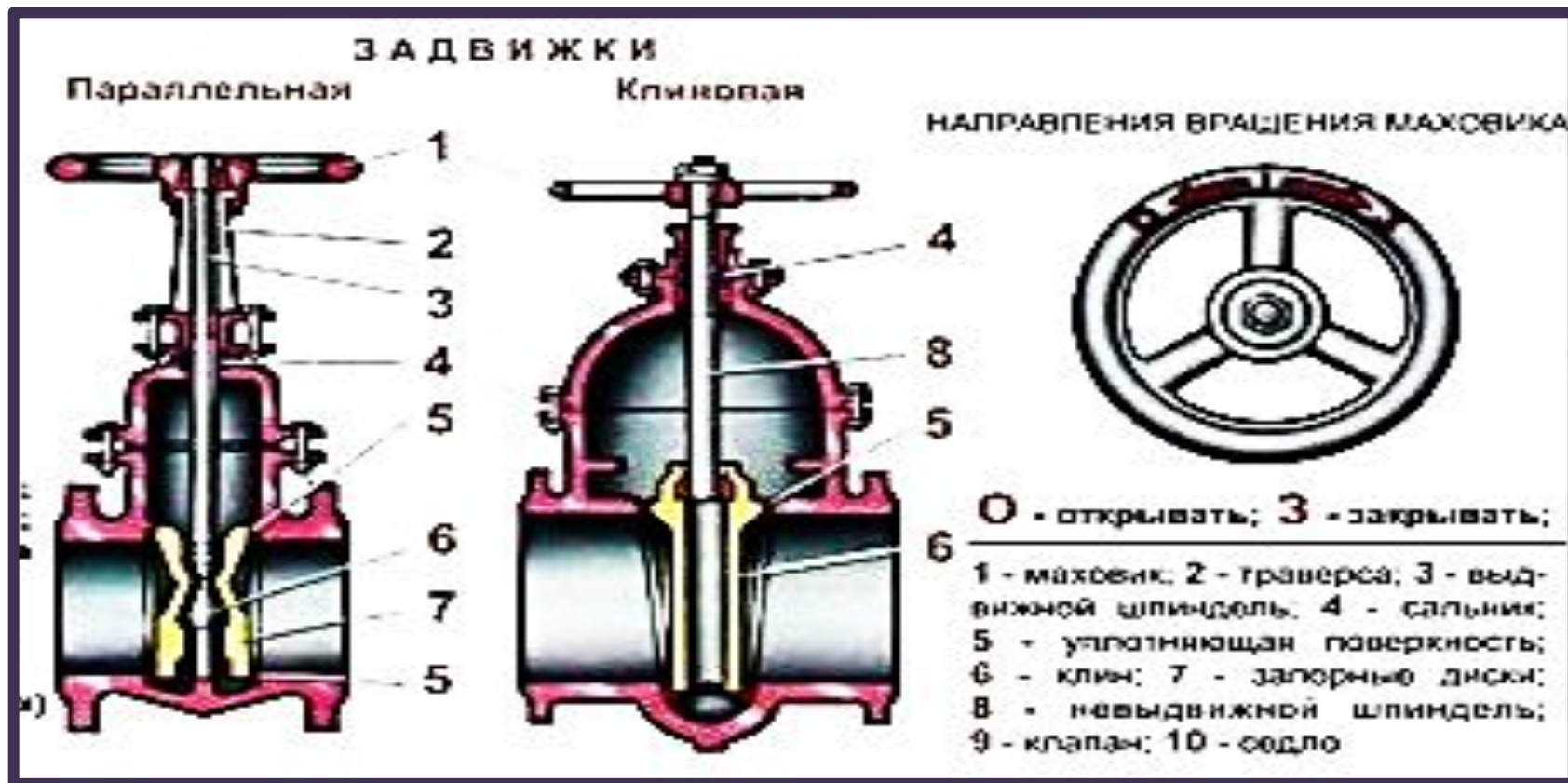
задвижки

вентили

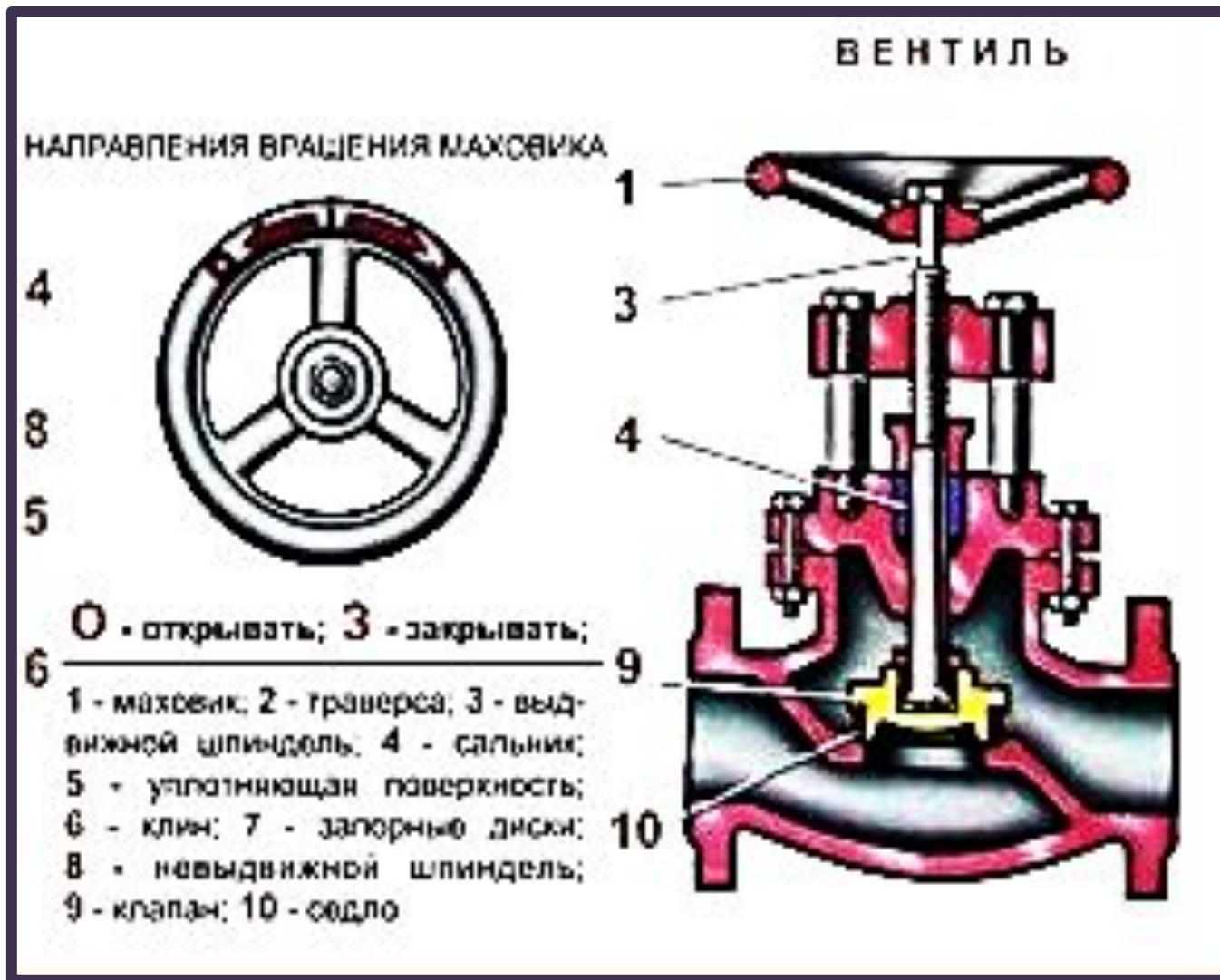
Арматура котлов



Арматура котлов

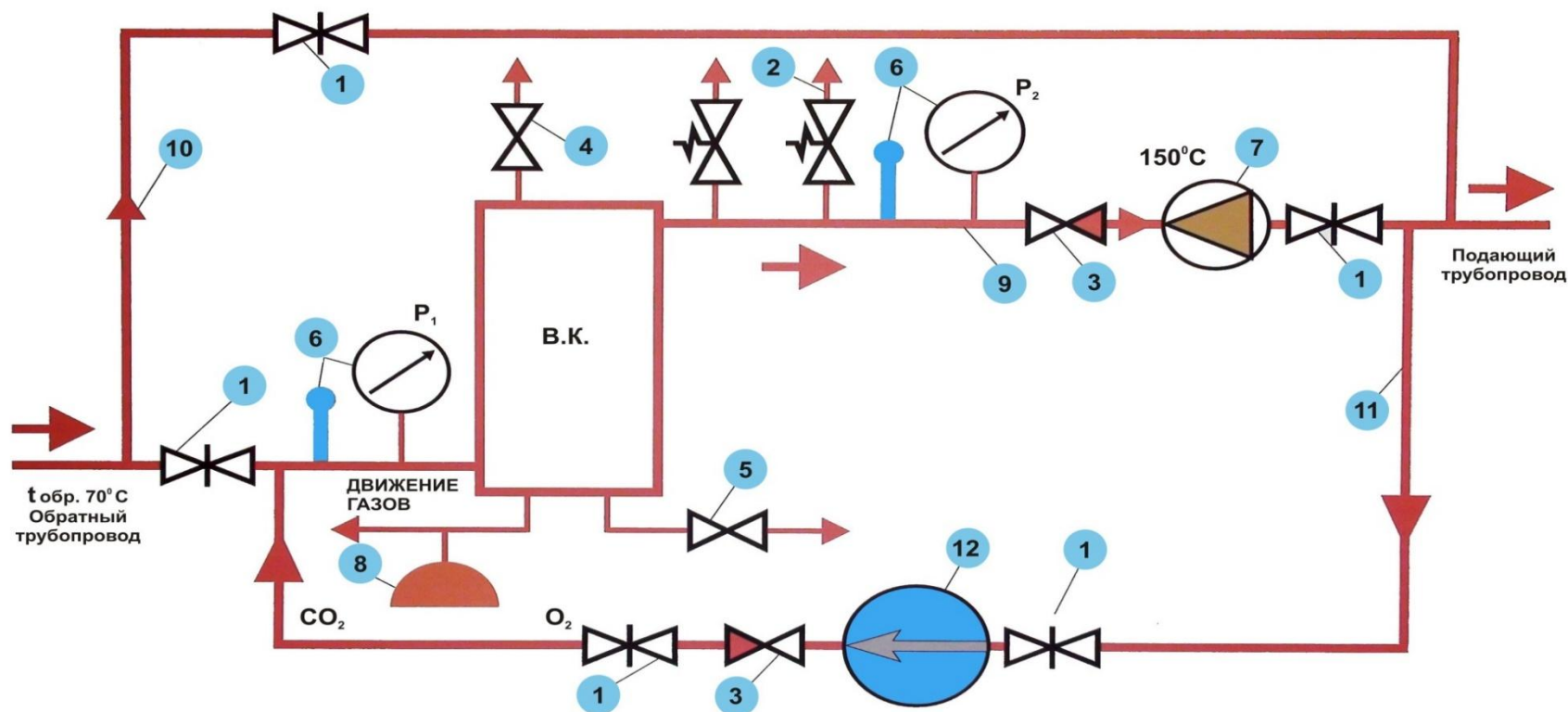


Арматура котлов



Арматура котлов

АРМАТУРА И КИП НА ВОДОГРЕЙНОМ КОТЛЕ С $Q > 0,35$ ГКАЛ / Ч



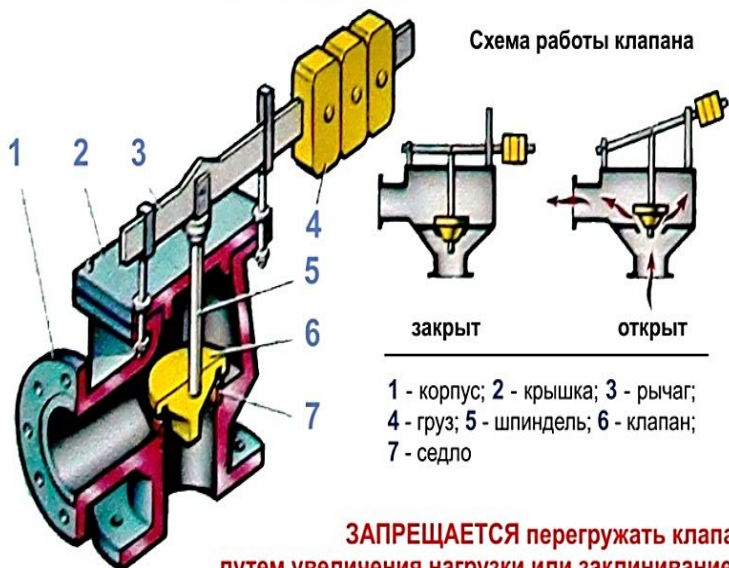
1. Запорная арматура (затвора, вентили)
2. Предохранительные клапаны
3. Обратный клапан
4. Вентили для спуска воздуха - воздушники
5. Сливные вентили
6. Манометры и термометры

7. Расходомер воды через котел
8. Газоанализатор - контроль сжигания топлива
9. Выходной коллектор котла
10. Линия подмешивания
11. Линия рециркуляции
12. Рециркуляционный насос

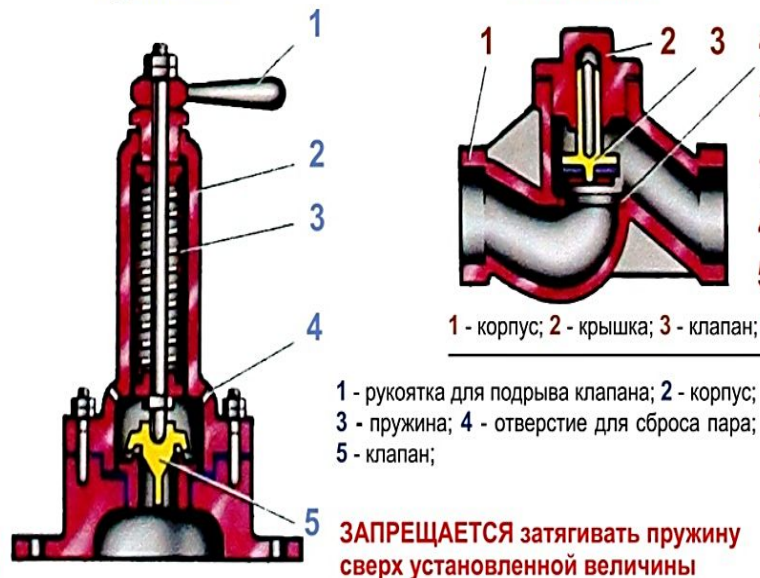
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ

Рычажной грузовой

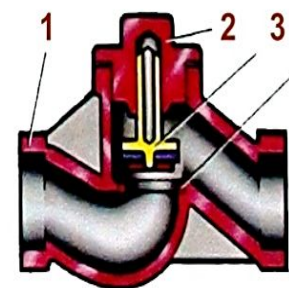


Пружинный



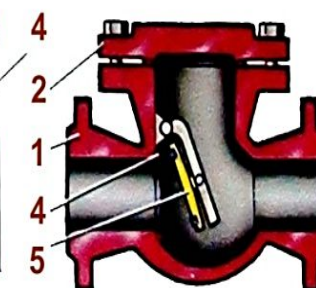
ОБРАТНЫЕ КЛАПАНЫ

Подъемный



1 - корпус; 2 - крышка; 3 - клапан; 4 - седло; 5 - тарелка (захлопка)

Поворотный



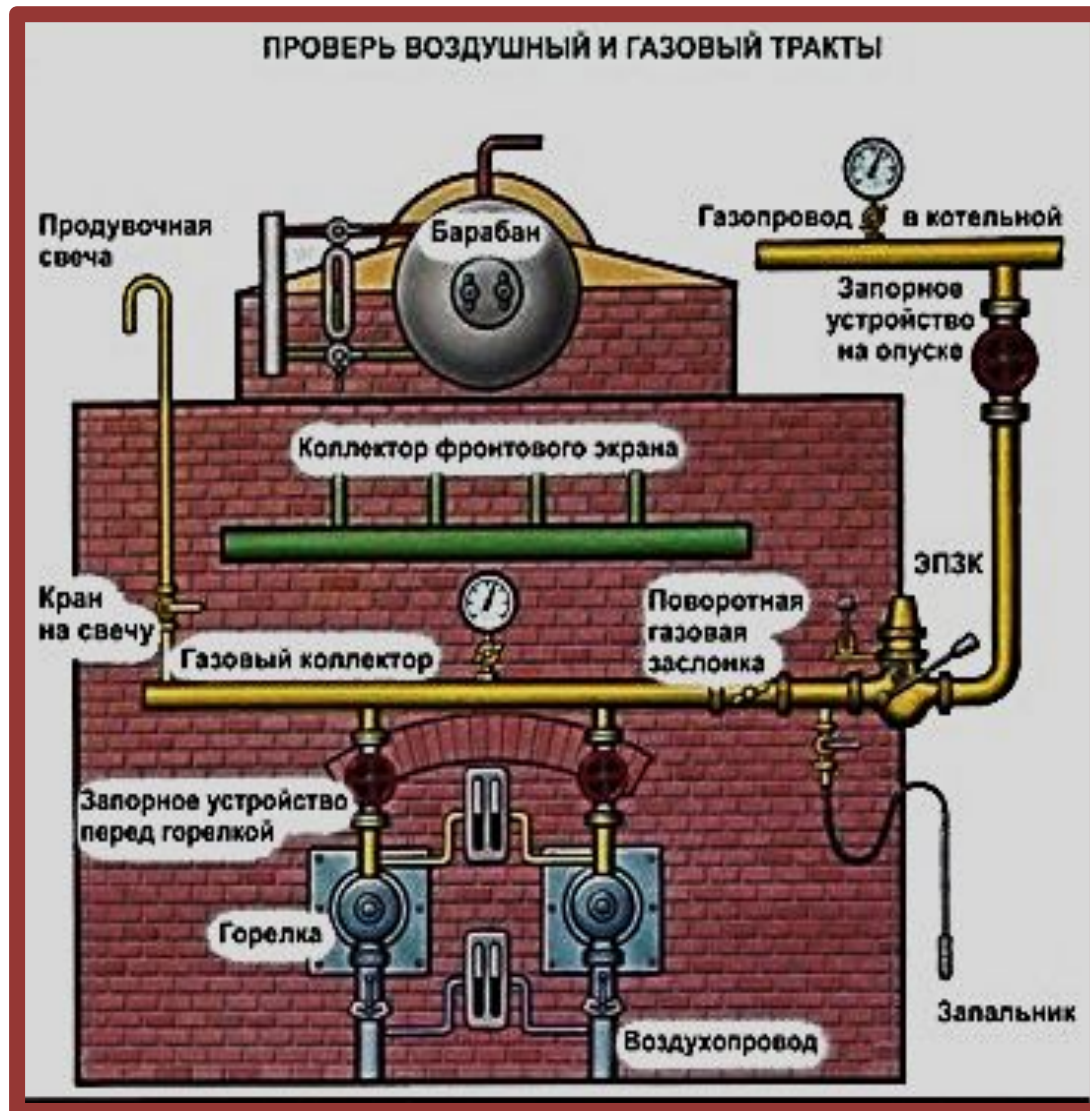
Подготовка и пуск котла в работу



Подготовка и пуск котла в работу



Подготовка и пуск котла в работу



Подготовка и пуск котла в работу



Подготовка и пуск котла в работу



Подготовка и пуск котла в работу

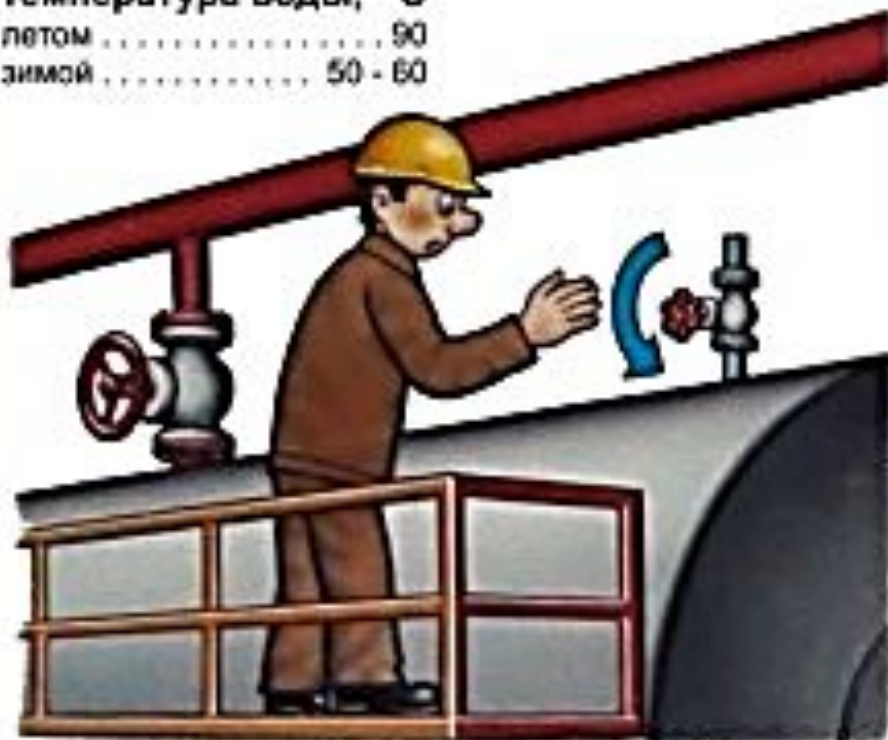


Подготовка и пуск котла в работу

**ПЕРЕД ЗАПОЛНЕНИЕМ КОТЛА ВОДОЙ
ОТКРОЙ ВОЗДУШНИКИ
БАРАБАНА И ЭКОНОМАЙЗЕРА**

Температура воды, °С

летом 90
зимой 50 - 60

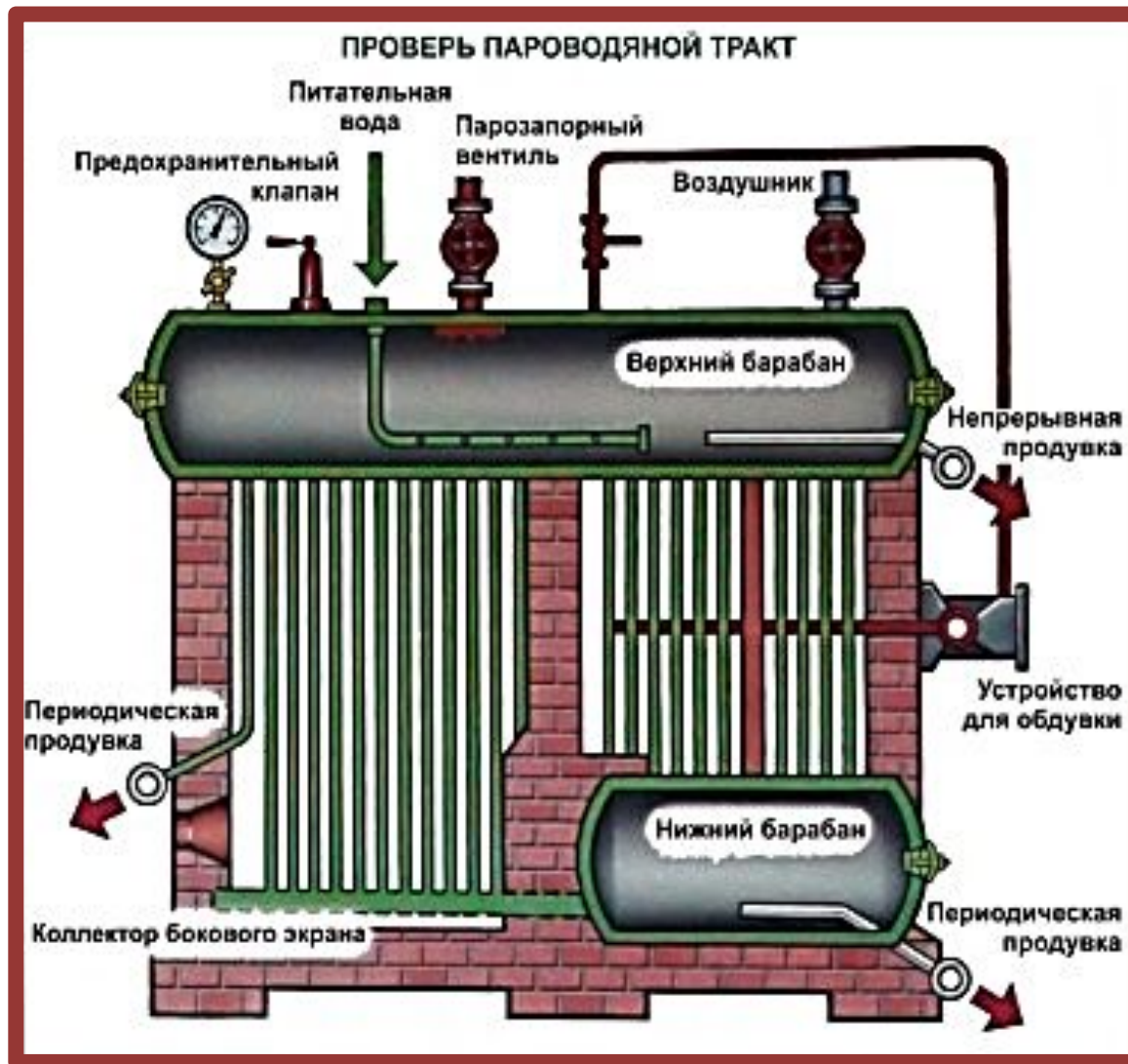


**УРОВЕНЬ
ВОДЫ
ДОЛЖЕН
ОСТАВАТЬСЯ
ПОСТОЯННЫМ**



Если нет утечки через продувочную трубу,
она ощутимо теплее до запорных устройств
и холоднее после них

Подготовка и пуск котла в работу



Подготовка и пуск котла в работу



- после того, как переносной запальник вставлен в запальное отверстие горелки, подать в нее газ;
- следить за появлением факела;
- подать воздух, отрегулировать горение топлива;
- не форсировать пуск котла, строго выдерживать время растопки

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

разжигать горелку от соседней работающей горелки или от раскаленной обмуровки

ЕСЛИ ФАКЕЛ СРАЗУ НЕ ЗАГОРЕЛСЯ, ПРЕКРАТИТЬ ПОДАЧУ ГАЗА И ПРОВЕНТИЛИРОВАТЬ ТОПКУ И ДЫМОХОДЫ В ТЕЧЕНИЕ НЕ МЕНЕЕ 15 МИНУТ



Подготовка и пуск котла в работу

ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА ФАКЕЛОМ
СТОЙ В СТОРОНЕ ОТ ГЛЯДЕЛКИ



ОТРЕГУЛИРУЙ ГОРЕНИЕ ТОПЛИВА ПО ЦВЕТУ ФАКЕЛА
для инъекционных горелок для диффузионных горелок



ПРАВИЛЬНОЕ ГОРЕНИЕ:
факел короткий,
прозрачный, голубой



НЕПРАВИЛЬНОЕ ГОРЕНИЕ:
факел немного длиннее,
на его концах желтоватые язычки



ПРАВИЛЬНОЕ ГОРЕНИЕ:
факел длинный, непрозрачный,
яркий, золотисто-соломенный



НЕПРАВИЛЬНОЕ ГОРЕНИЕ:
факел менее яркий, красноватый,
при существенном недостатке воздуха
с темными включениями сажи

СЛЕДИ ПО РЕПЕРАМ
ЗА ТЕПЛОМ РАСШИРЕНИЕМ



ПРИ ОТСАДЫВАНИИ НАГРЕВА
ПРОДУТЬ КОЛЛЕКТОР ЭКРАНА

Аварийная остановка котла

1 ЗАКРЫТЬ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО-ЗАПОРНЫЙ КЛАПАН

1 - ударный молоточек;
2 - электромагнит;
3 - анкерный рычаг;
4 - рычаг с грузом



2 ЗАКРЫТЬ ОБЩЕ ЗАПОРНОЕ УСТРОЙСТВО НА ОПУСКЕ



3 ЗАКРЫТЬ ЗАПОРНЫЕ УСТРОЙСТВА К ГОРЕЛКАМ



4 ОТКРЫТЬ ПРОДУВочную СВЕЧУ КОТЛА



5 ОТКЛЮЧИТЬ КОТЕЛ ОТ ГЛАВНОГО ПАРОПРОВОДА



6 ПРОИЗВЕСТИ ПОДПИТКУ КОТЛА ВОДОЙ (если не было упуска воды из барабана)

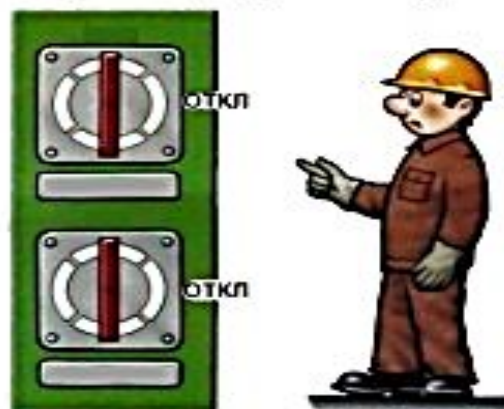


Аварийная остановка котла

7 ПОСТЕПЕННО ВЫПУСТИТЬ ПАР
ЧЕРЕЗ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ
КЛАПАН
(если питательные насосы действу-
ют и нет переполнения котла водой)



8 ПРОИЗВЕСТИ ВЕНТИЛЯЦИЮ
ТОПКИ И ГАЗОХОДОВ
(если нет загорания сажи
или разрушения обмуровки)



9 ПРИЧИНУ
АВАРИЙНОЙ ОСТАНОВКИ
ЗАНЕСТИ
В СМЕННЫЙ ЖУРНАЛ



ПРИ ПОЖАРЕ, УГРОЖАЮЩЕМ ПЕРСОНАЛУ, ОБОРУДОВАНИЮ, ЦЕПЯМ ЗАЩИТЫ



ВЫЗВАТЬ
ПОЖАРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ



ПРИНЯТЬ МЕРЫ К ТУШЕНИЮ
С ПОМОЩЬЮ
ПЕРВИЧНЫХ СРЕДСТВ



СРОЧНО ОТКЛЮЧИТЬ
ГАЗОПРОВОД, ЗАКРЫВ ГАЗ
НА ВВОДЕ В КОТЕЛЬНОЮ



АВАРИЙНО ОСТАНОВИТЬ КОТЛЫ,
УСИЛЕННО ПИТАЯ ИХ ВОДОЙ
И ВЫПУСКАЯ ПАР В АТМОСФЕРУ



При заполнении газохода паром
через шланг от паропровода
надень защитные очки и рукавицы!

Тушить
горящее
электрооборудование...



... можно только после
отключения электроэнергии!

Аварийная остановка котла

ПРЕКРАТИ ПОДАЧУ ГАЗА В СЛЕДУЮЩИХ СЛУЧАЯХ:



ОБНАРУЖЕНА НЕИСПРАВНОСТЬ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА



ДАВЛЕНИЕ В БАРАБАНЕ ПОДНЯЛОСЬ ВЫШЕ РАЗРЕШЕННОГО НА 10% И ПРОДОЛЖАЕТ РАСТИ



ПРЕКРАТИЛОСЬ ДЕЙСТВИЕ ВСЕХ ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ



УРОВЕНЬ ВОДЫ СНИЗИЛСЯ НИЖЕ НИЗШЕГО ДОПУСТИМОГО



УРОВЕНЬ ВОДЫ ПОДНЯЛСЯ ВЫШЕ ВЫСШЕГО ДОПУСТИМОГО



ВЫШЛИ ИЗ СТРОЯ ВСЕ УКАЗАТЕЛИ УРОВНЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ



НА БАРАБАНЕ, КОЛЛЕКТОРАХ, ПАРОВЫХ И ПИТАТЕЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ОБНАРУЖЕНЫ ТРЕЩИНЫ, ВЫПУЧИНЫ



ПОЯВИЛИСЬ НЕПЛОТНОСТИ В ОБМУРОВКЕ, В МЕСТАХ УСТАНОВКИ ВЗРЫВНЫХ КЛАПАНОВ, В ГАЗОХОДАХ



НЕИСПРАВНЫ ГОРЕЛКИ, НЕГЕРМЕТИЧНЫ ЗАТВОРЫ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ ПЕРЕД НИМИ



ОБНАРУЖЕНА УТЕЧКА НА ГАЗОВОМ ОБОРУДОВАНИИ И В ГАЗОПРОВОДАХ



ПОГАСЛИ ФАКЕЛЫ В ТОПКЕ



ПОЖАР, УГРОЖАЮЩИЙ ПЕРСОНАЛУ, ОБОРУДОВАНИЮ, ЦЕПЯМ ЗАЩИТЫ



ВЗРЫВ ИЛИ ХЛОПОК В ТОПОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ, ЗАГОРАНИЕ ГОРЮЧИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ГАЗОХОДАХ



НЕТ ПОДАЧИ НАПРЯЖЕНИЯ НА УСТРОЙСТВА ДИСТАНЦИОННОГО И АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ



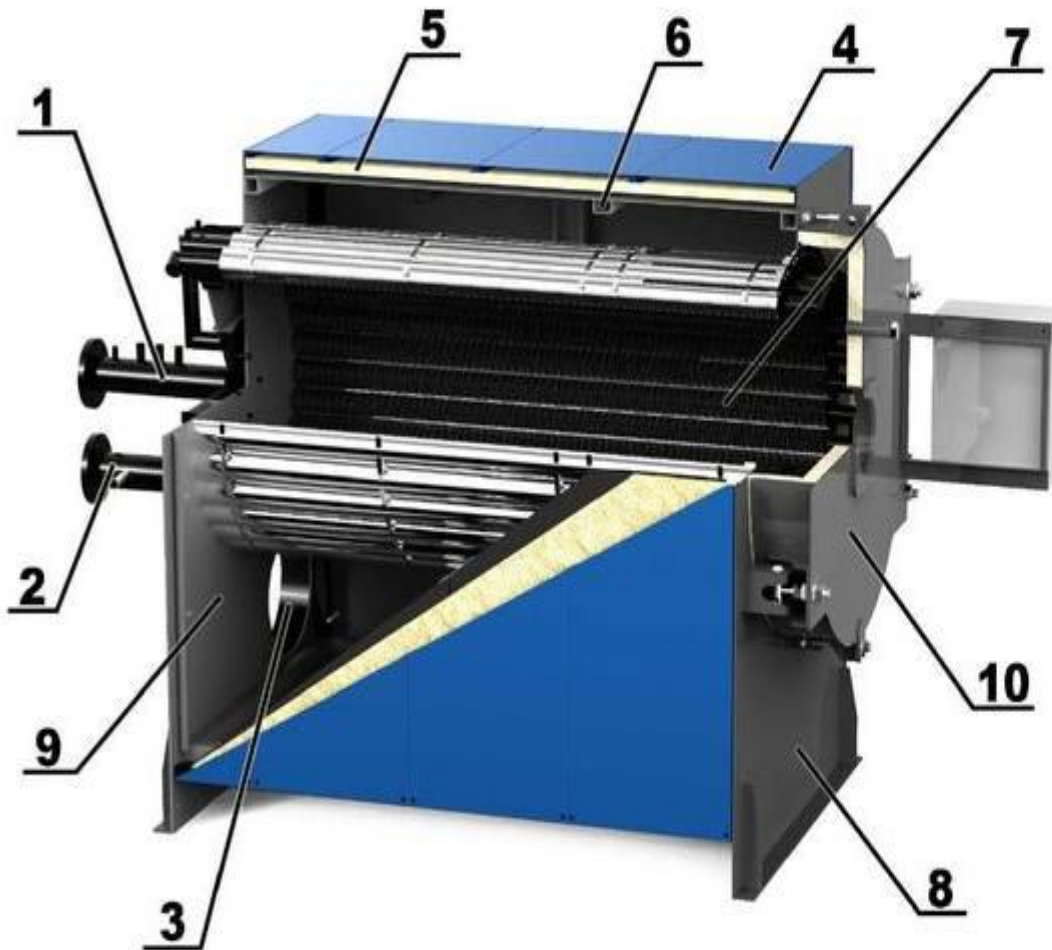
НЕИСПРАВНЫ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, СРЕДСТВА АВТОМАТИКИ И СИГНАЛИЗАЦИИ



ВЫШЛИ ИЗ СТРОЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА



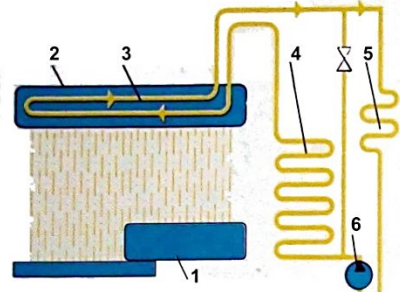
Схемы котлов



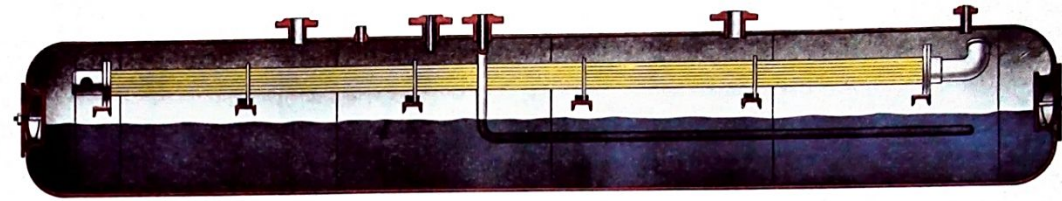
1. Патрубок выхода теплоносителя
2. Патрубок входа теплоносителя
3. Выход отработавших газов
4. Декоративный кожух
5. Теплоизоляция
6. Каркас
7. Теплообменник
8. Плита передняя
9. Плита задняя
10. Крышка

КОТЕЛ-БОЙЛЕР

Схема подключения бойлера расположенного в барабане бойлера:



- 1 - нижний барабан;
- 2 - верхний барабан;
- 3 - бойлер;
- 4 - теплофикационный экономайзер;
- 5 - тепловые потребители;
- 6 - сетевой насос;



Расположение бойлера в барабане котла ДКВР

- 1 - барабан котла;
- 2 - бойлер;

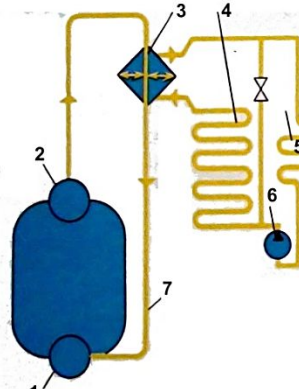
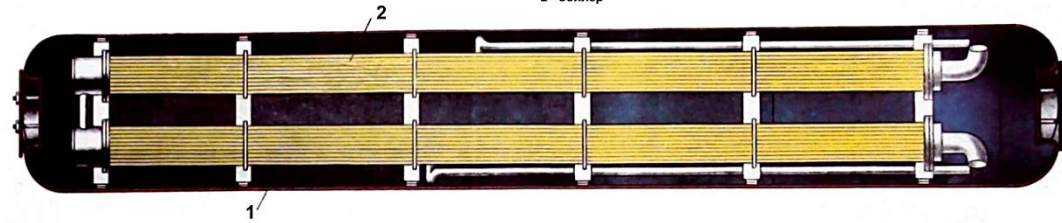
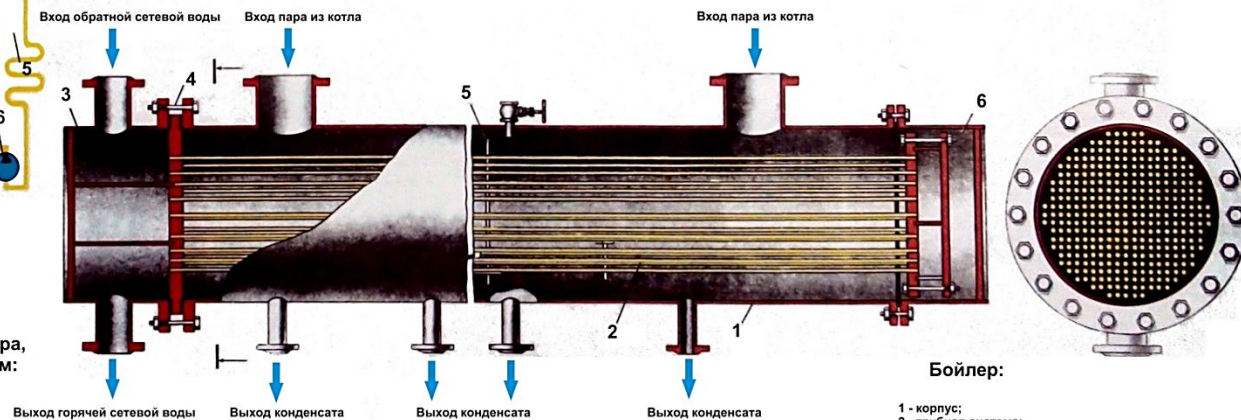


Схема подключения бойлера, расположенного над котлом:

- 1 - нижний барабан;
- 2 - верхний барабан;
- 3 - бойлер;
- 4 - теплофикационный экономайзер;
- 5 - тепловые потребители;
- 6 - сетевой насос;
- 7 - линия стока конденсата из бойлера

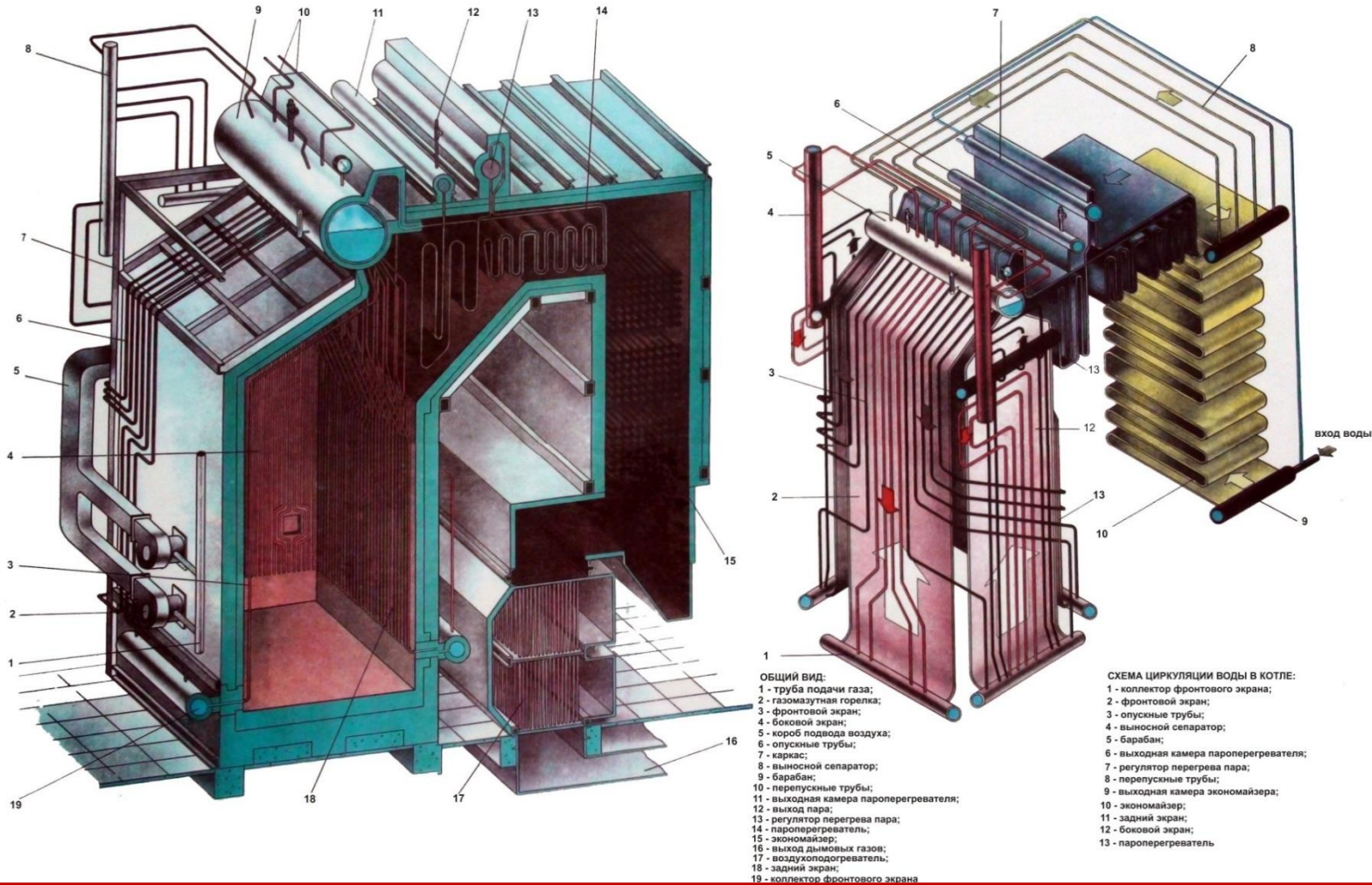


Бойлер:

- 1 - корпус;
- 2 - трубная система;
- 3 - передняя камера;
- 4 - болт;
- 5 - перегородка;
- 6 - задняя камера

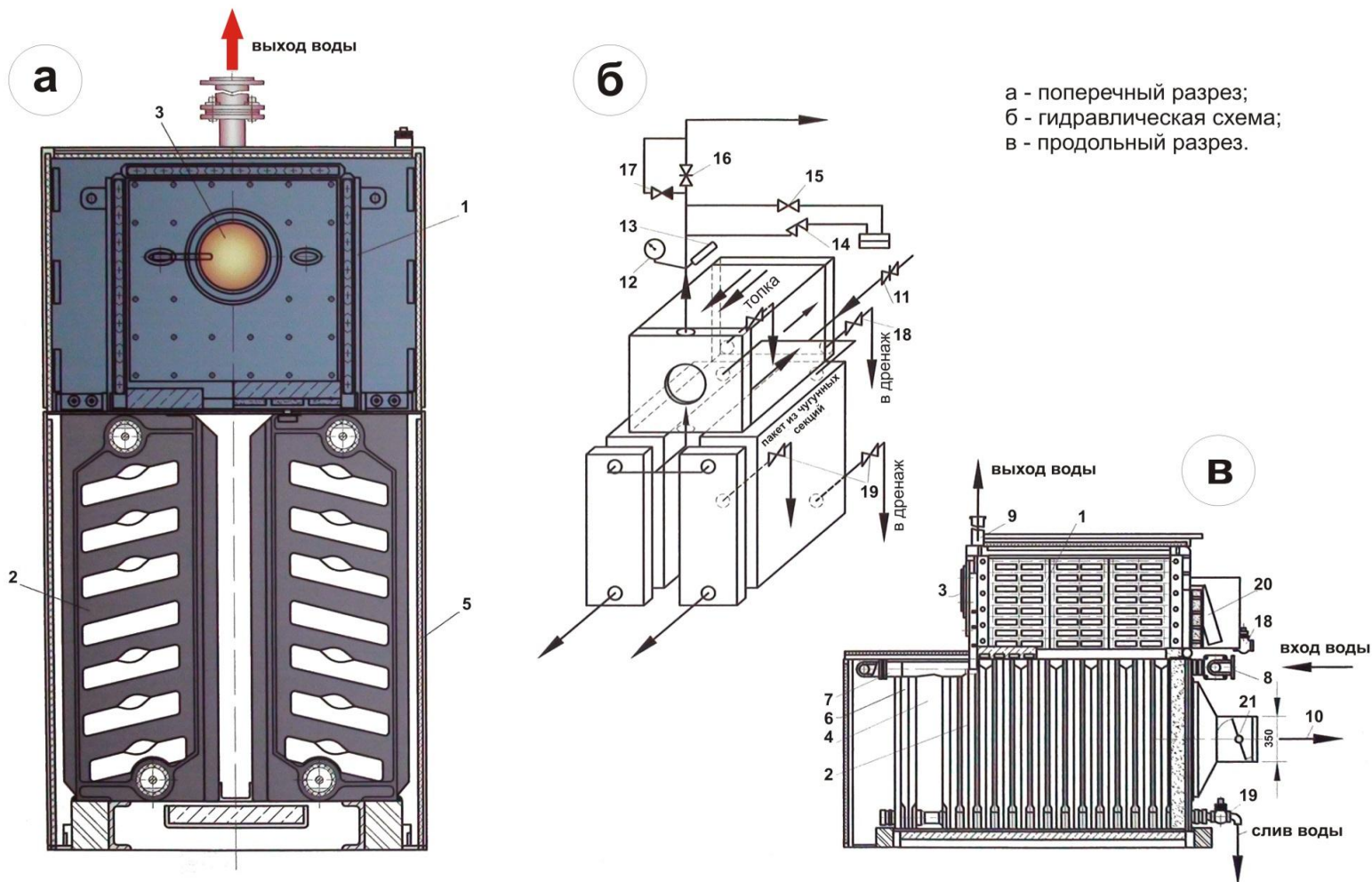
Схемы котлов

ПАРОВОЙ КОТЕЛ БГ-35



Схемы котлов

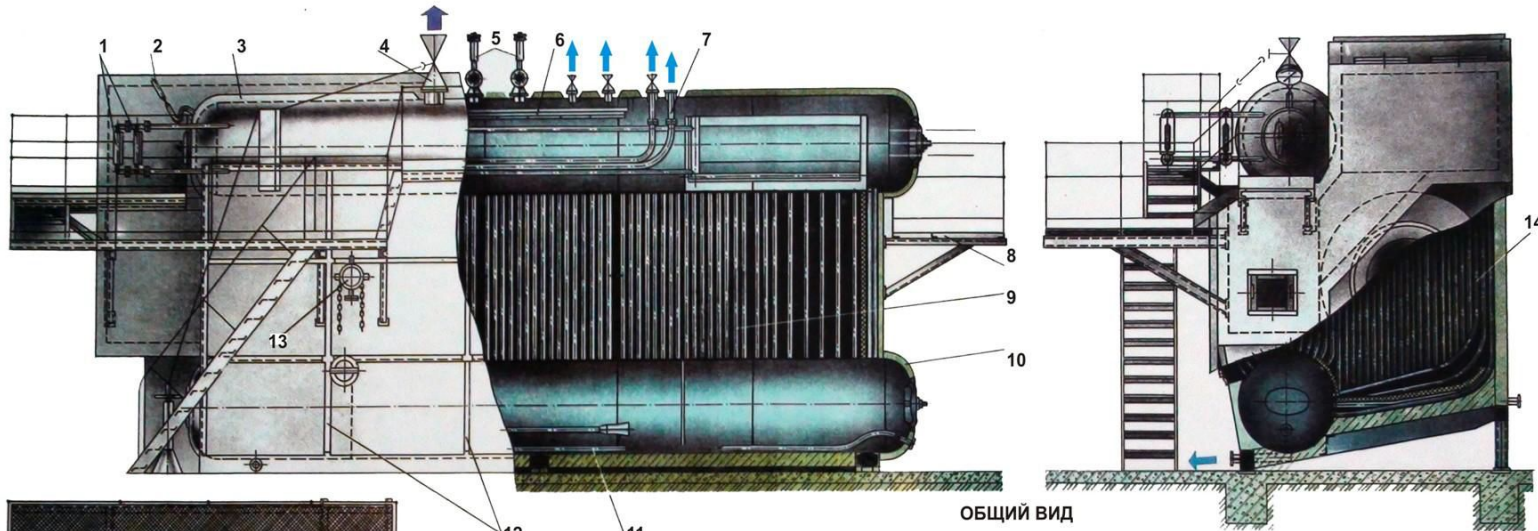
КОТЛОАГРЕГАТ "БРАТСК - 1Г"



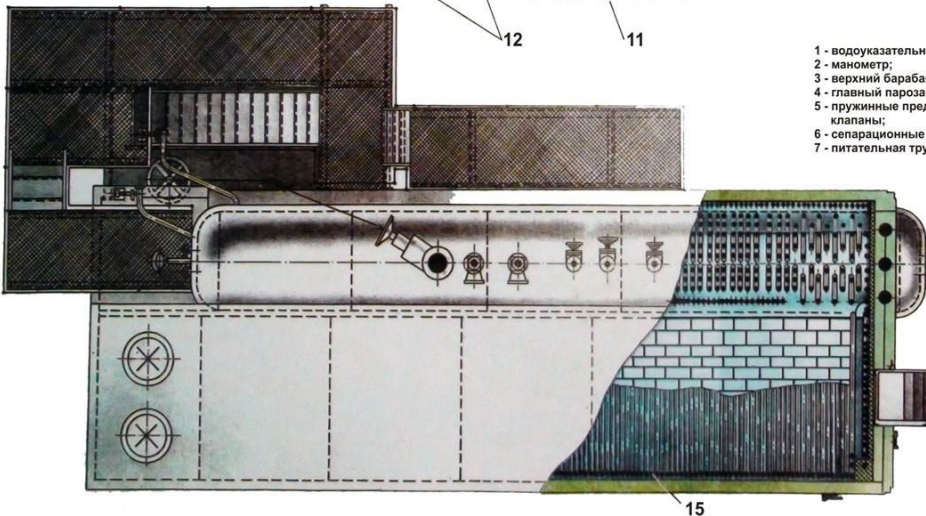
1 - стальные панели; 2 - чугунные секции; 3 - отверстие для газогорелочного блока; 4 - поворотная камера; 5 - декоративный кожух; 6 - крайние секции; 7 - тройник; 8 - вход воды; 9 - выход воды; 10 - выход дымовых газов; 11 - задвижка на входе воды; 12 - манометр; 13 - термометр; 14 - предохранительный клапан; 15 - вентиль воздушный; 16 - задвижка; 17 - обратный клапан; 18 и 19 - сливные вентили; 20 - предохранительный взрывной клапан; 21 - поворотная заслонка.

Схемы котлов

ДВУХБАРАБАННЫЙ ВОДОТРУБНЫЙ ПАРОВОЙ КОТЕЛ ДЕ-25-14-ГМ



ОБЩИЙ ВИД



- 1 - водоуказательные приборы;
- 2 - манометр;
- 3 - верхний барабан;
- 4 - главный парозапорный вентиль;
- 5 - пружинные предохранительные клапаны;
- 6 - сепарационные устройства;
- 7 - питательная трубка;
- 8 - площадка обслуживания;
- 9 - конвективный пучок;
- 10 - нижний барабан;
- 11 - линия периодической продувки;
- 12 - каркас котла;
- 13 - обдувочное устройство;
- 14 - задний экран;
- 15 - боковой экран

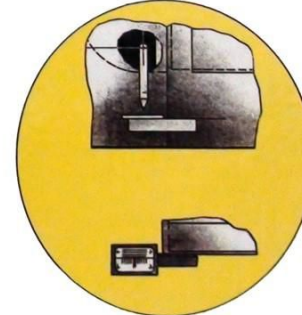


СХЕМА УСТАНОВКИ РЕПЕРА

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Производительность	25 т/ч
Давление	1,3 МПа (13 кгс/см ²)
Площадь поверхности нагрева:	
конвективная	212,4 м ²
радиационная	60,5 м ²
Объем:	
водной	16,5 м ³
паровой	2,61 м ³
Габаритные размеры:	
длина	11 500 мм
ширина	5 570 мм
высота	4 800 мм
Масса	21,6 т