

Лекция 8. Водогрейные теплогенераторы

8.1. Особенности работы стальных водогрейных теплогенераторов

Устройство, имеющее топку для сжигания органического топлива, обогреваемое продуктами сгорания, предназначенное для получения горячей воды с давлением выше атмосферного, называют водогрейным котлом (теплогенератором). Горячая вода от водогрейных котлов – теплогенераторов идет на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений. Для унификации водогрейных котлов утверждена следующая шкала теплопроизводительности в Гкал/ч: 4; 6,5; 10; 20; 30; 50; 100; 180.

В производственно-отопительных котельных с паровыми котлами для получения горячей воды используется пар как промежуточный теплоноситель, что требует установки сетевых пароводяных подогревателей. Водогрейные котельные агрегаты осуществляют непосредственный подогрев сетевой воды, благодаря чему капитальные затраты на водогрейные котельные агрегаты и вспомогательное оборудование ниже, чем при использовании паровых котельных агрегатов, а тепловые схемы проще. Однако при отсутствии пара усложняется процесс подогрева мазута, требуется вакуумная деаэрация воды и др.

Водогрейный котел состоит из топочного и конвективного блоков, и может иметь горизонтальную, П-образную или башенную компоновку. Топочный блок – это топка в виде параллелепипеда, полностью экранированная трубами, которые установлены на боковых экранах вертикально, а на подовом (внизу) и потолочном – горизонтально или с наклоном. Все эти экранные трубы приварены обычно к нижним и верхним коллекторам большего диаметра.

Конвективный блок устанавливается в шахте, где температура топочных газов ниже, чем в топке.

Конвективная шахта состоит из экранов с нижними и верхними коллекторами, к которым приварены вертикальные стояки, а в эти стояки вварены горизонтально расположенные U-образные трубы диаметром 28 мм. Экраны топки и конвективной шахты всех водогрейных котлов выполняются с подъемным и опускным движением воды. Надежность работы всех труб котла обеспечивается при скорости воды в подъемных трубах – 0,6...1 м/с, а в опускных – 1...1,6 м/с. Многоходовое движение воды по экрану достигается установкой заглушек и перегородок в коллекторах.

Правильный подбор скоростей воды обеспечивает минимальное гидравлическое сопротивление всего контура водогрейного котла, которое составляет 1,5...2 кгс/см². Гидродинамический режим работы должен исключить снижение давления и расхода воды, проходящей через водогрейный котельный агрегат, ниже допустимого. Кипение воды в водогрейном котле недопустимо, так как это приводит к гидравлическим ударам, нарушению опускного движения, созданию замкнутых циркуляционных контуров, отложению накипи и пережогу отдельных труб. В соответствии с этим трубная часть водогрейных котлов до 20 Гкал/ч рассчитывается на давление 16 кгс/см², а котлов 30 Гкал/ч и выше – 25 кгс/см².

Исключено и повышение давления выше допустимого во избежание разрыва труб.

Температура воды на выходе из экранов должна быть ниже температуры насыщения (кипения при соответствующем давлении) на 20...30 °С, что достигается выбором соответственного давления воды на выходе из водогрейного котла. Для стальных водогрейных котлов 20 Гкал/ч и ниже температура воды на выходе принимается до 150 °С, а для котлов 30 Гкал/ч и выше допускается повышение температуры воды до 200 °С. Котлы производительностью 4...20 Гкал/ч должны обеспечивать работу только в основном режиме, а котлы 30 Гкал/ч и выше допускают работу как в основном, так и в пиковом режимах.

Во избежание низкотемпературной коррозии минимальная температура воды на входе в стальной водогрейный котел должна быть не ниже 70 °С при работе на газе и не ниже 90 и 110 °С при работе соответственно на сернистом и высокосернистом мазутах. Это достигается путем рециркуляции – подачи расчетного количества уже подогретой в котельном агрегате воды на ввод обратной сетевой воды водогрейного котла с помощью рециркуляционных насосов.

После подогрева в котельном агрегате вода разделяется на три потока: в теплотель, на рециркуляцию, на собственные нужды котельной.

Для определения расхода воды, проходящей через котел, расчетов гидродинамических режимов и других характеристик вспомогательного оборудования водогрейные котельные агрегаты рассчитываются на пять режимов для следующих температур наружного воздуха:

- максимально-зимнего – при температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку;

- наиболее холодного месяца – при температуре наружного воздуха в холодном месяце;
- при средней температуре за отопительный период;
- в точке излома температурного графика и летнего.

По расчетным температурам заданного города выстраивается температурный график. При расчетной температуре наружного воздуха для максимально-зимнего режима температура воды в подающем и обратном трубопроводах принимается максимальной – 150 и 70 °С.

При температуре наружного воздуха, отличной от расчетной, температура воды в подающем трубопроводе регулируется путем перепуска части воды из обратного трубопровода в подающий по подмешивающей перемычке, на которой установлен регулятор температуры.

Зная расход воды через котельные агрегаты, установленные в котельной, определяются единичная теплопроизводительность водогрейного котла и расход воды через каждый агрегат.

На водогрейных котлах установлена автоматика регулирования и автоматика безопасности (блокировки), которая прекращает подачу топлива в топку в следующих случаях:

- при снижении давления воды ниже допустимого (так как при этом вода закипит);
- при повышении давления выше допустимого (во избежание разрыва труб на прочность);
- при снижении расхода воды через водогрейный котел ниже допустимого (так как это приведет к закипанию воды);
- при повышении температуры воды на выходе из котла до значения на 20 °С ниже температуры насыщения, соответствующей рабочему давлению воды в выходном коллекторе котла;
- при снижении давления газа или мазута перед горелками ниже допустимого и др.

На всех водогрейных котлах устанавливается следующая арматура:

- на входе воды в котел: запорная задвижка, манометр (с трехходовым краном), термометр;

- на выходе воды из котла: запорная задвижка, обратный клапан, манометр (с трехходовым краном), термометры (показывающий и регистрирующий), два предохранительных клапана, расходомер воды.

Кроме того, в верхней части котла и перепускных трубах устанавливаются воздушные вентили для выпуска воздуха при заполнении котла в режиме пуска, а в нижней части котла и нижних коллекторах – спускные вентили для выпуска воды при остановке и ремонте котла.

Гарнитура: взрывной предохранительный клапан на топке и конвективной шахте, люки, гляделки и пр. в соответствующих местах.

Основные технические характеристики, профили стальных водогрейных котлов КВ-ГМ, ПТВМ, БЭМ и других приведены в справочной литературе.

8.2. Устройство и работа теплогенератора ПТВМ-50

Пиковый, теплофикационный, водогрейный, газомазутный котел: теплопроизводительность 50 Гкал/ч; температура воды на входе в котел: в основном режиме – 70 °С, в пиковом – 105 °С; температура воды на выходе из котла в основном и пиковом режимах – 150 °С; давление воды на входе – 25 кгс/см², а минимальное – 8 кгс/см²; расход воды в основном режиме – 625 т/ч, а в пиковом – 1250 т/ч; расход топлива: мазута – 6340 кг/ч, природного газа – 6720 м³/ч; расход воздуха – 84 000 м³/ч; гидравлическое сопротивление котла 2 кгс/см²; температура уходящих топочных газов 180...190 °С; количество горелок – 12; избыточное давление перед горелками: газа – 0,2 кгс/см², мазута – 20 кгс/см²; площадь поверхности нагрева: радиационной – 138 м², конвективной – 1110 м²; диаметр и толщина стенок экранов – 60 × 3 мм, а конвективного пакета – 28 × 3 мм; габаритные размеры: длина – 9,2 м, ширина – 8,7 м, высота – 12,54 м; масса – 83,5 т.

Принципиальная схема устройства и работы теплогенератора ПТВМ-50 приведена на рис. 8.1.

Котел имеет башенную компоновку, стальной каркас, который опирается на фундамент. На каркас при помощи специальных подвесок – ригелей крепится трубная часть котла и обмуровка. В верхней части каркаса, на отметке примерно 15 м, с помощью перехода установлена дымовая труба диаметром 2,5 м, высотой до 40 м.

Трубная часть котла состоит из радиационной и конвективной поверхностей нагрева, расположенных одна над другой до отметки примерно 13 м.

Топка имеет вид прямоугольной шахты с основанием 5 × 5 м и сформирована экранными трубами, которые образуют соответственно: 1 – левый боковой экран; 2 – правый боковой экран (аналогично левому); 5 – передний (фронтальной) экран; 6 – задний экран топки.

Трубы боковых экранов 1 и 2 вварены в нижний 3 и верхний 4 боковые коллекторы. В верхних боковых коллекторах 4 установлены заглушки 16 для обеспечения двухходового движения воды по экрану. Трубы боковых экранов имеют амбразуры для установки горелок 12, с каждой стороны по шесть штук, в два яруса (четыре вверху, две внизу). Каждая горелка ГМГ оборудована индивидуальным дутьевым вентилятором, а горелки нижнего яруса – растопочные. Трубы боковых экранов в нижней части изогнуты и экранируют под (низ) топки.

Вертикальные трубы фронтального экрана 5 расположены в топке и вварены в нижний 7 и промежуточный 8 коллекторы. Трубы заднего экрана топки 6 расположены симметрично фронтальному экрану.

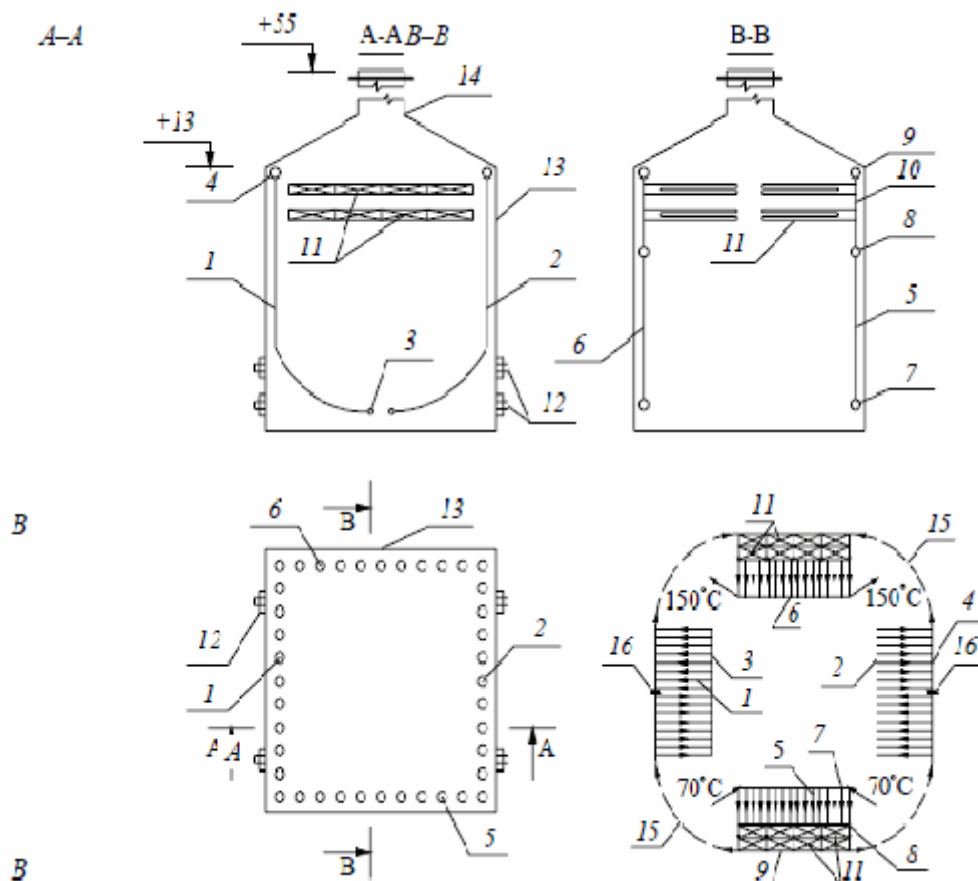


Рис. 8.1. Принципиальная схема теплогенератора ПТВМ-50:

1, 2 – левый и правый боковые экраны; 3, 4 – нижние и верхние коллекторы боковых экранов; 5, 6 – передний и задний экраны топки; 7, 8 и 9 – нижний, промежуточный и верхний коллекторы переднего экрана; 10 – стояк конвективной поверхности нагрева; 11 – конвективные пакеты; 12 – горелки; 13 – обмуровка; 14 – дымовая труба; 15 – перепускные трубы; 16 – заглушки

Конвективная поверхность нагрева расположена над топкой, по ходу движения газов, и сформирована четырьмя пакетами секций 11 в два яруса с расстоянием 600 мм, между которыми установлены люки-лазы. Выше переднего экрана 5, между промежуточным коллектором 8 и верхним коллектором 9, установлены (приварены) вертикальные стояки 10, а в эти стояки 10 вварены два пакета 11 горизонтально расположенных U-образных труб диаметром 28 × 3 мм. Аналогичную конструкцию, два конвективных пакета секций, имеет задний экран топки.

Котел имеет легкую натрубную обмуровку толщиной $\delta = 110$ мм: первый слой – шамотобетон по металлической сетке, второй – минеральная вата, а третий – газонепроницаемая обмазка или штукатурка. Снаружи помещения котельной обмуровка котла покрывается влагонепроницаемым материалом.

Котел имеет обмывочные устройства для удаления сажи с конвективной поверхности нагрева. Основные характеристики котлов серии ПТВМ приведены в табл. 8.32 [5].

Газовоздушный тракт. Котел имеет башенную компоновку. Топливо и воздух подаются в горелки 12, а в топке образуется факел горения. Теплота от топочных газов в топке, за счет радиационного и конвективного теплообмена, передается всем экранным трубам (радиационным поверхностям нагрева), и от труб теплота передается воде, циркулирующей по экранам.

Затем топочные газы проходят конвективную поверхность нагрева, где теплота передается воде, циркулирующей по пакетам секций 11, проходят дымовую трубу, откуда, и с температурой 180...190 °С, топочные дымовые газы удаляются в атмосферу.

Контуры принудительной циркуляции воды. Возможна работа в двух режимах: *основной* – по четырехходовой схеме (рис. 8.1) и *пиковый* – по двухходовой схеме движения воды.

Четырехходовая схема (теплофикационный режим):

1-й ход – обратная сетевая вода с температурой 70 °С сетевым насосом подается в нижний коллектор 7 переднего (фронтального) экрана, откуда поднимается по трубам 5 до промежуточного коллектора 8, и далее, пройдя стояки 10 и конвективные U-образные пакеты секций 11, поступает в верхний коллектор 9 переднего экрана.

2-й ход – из крайних точек верхнего коллектора 9 двумя потоками по перепускным трубам 15 вода переходит в верхние коллекторы 4 левого и правого боковых экранов, распределяется по коллекторам

до заглушек 16, откуда по ближней (относительно фронта котла) части экранных труб опускается в нижние коллекторы 3.

3-й ход – из нижних коллекторов 3 левого и правого боковых экранов, вода поднимается по дальней части труб в верхние коллекторы 4 боковых экранов и распределяется по коллекторам после заглушек 16.

4-й ход – из верхних коллекторов 4 боковых экранов, двумя потоками по перепускным трубам 15, вода переходит в верхние коллекторы заднего экрана, проходит промежуточный коллектор, и далее, пройдя стояки и конвективные U-образные пакеты секций 11, опускается в нижний коллектор заднего экрана, откуда нагретая до 150 °С вода идет в теплосеть.

Двухходовая схема движения воды (пиковый режим):

1-й ход – обратная сетевая вода с температурой 105 °С сетевым насосом, двумя параллельными потоками подается в нижние коллекторы переднего и заднего экранов, откуда по трубам экранов поднимается в промежуточные коллекторы, а затем проходит по стоякам и конвективным U-образным пакетам секций, после чего попадает в верхние коллекторы переднего и заднего экранов.

2-й ход – из двух верхних коллекторов переднего и заднего экранов параллельными потоками по перепускным трубам вода переходит в верхние коллекторы левого и правого боковых экранов, по экранным трубам опускается в нижние коллекторы левого и правого боковых экранов, откуда нагретая до 150 °С вода идет в теплосеть.

8.3. Устройство и работа котла КВ-ГМ-10-150

Котлы водогрейные газомазутные КВ-ГМ-10-150, КВ-ГМ-20-150, КВ-ГМ-30-150 предназначены для нагрева воды систем теплоснабжения до 150 °С, выполнены в горизонтальной компоновке и имеют топочную камеру с

горизонтальным потоком топочных газов и конвективную шахту, по которым топочные газы идут снизу вверх. Котлы поставляются двумя транспортабельными блоками, имеют одинаковую конструкцию и отличаются лишь глубиной топочной камеры и конвективной шахты. Ширина между осями труб боковых экранов составляет 2580 мм. В табл. 8.1 приведены технические характеристики, а на рис. 8.2 – профиль котлов КВ-ГМ-10 (-20, -30).

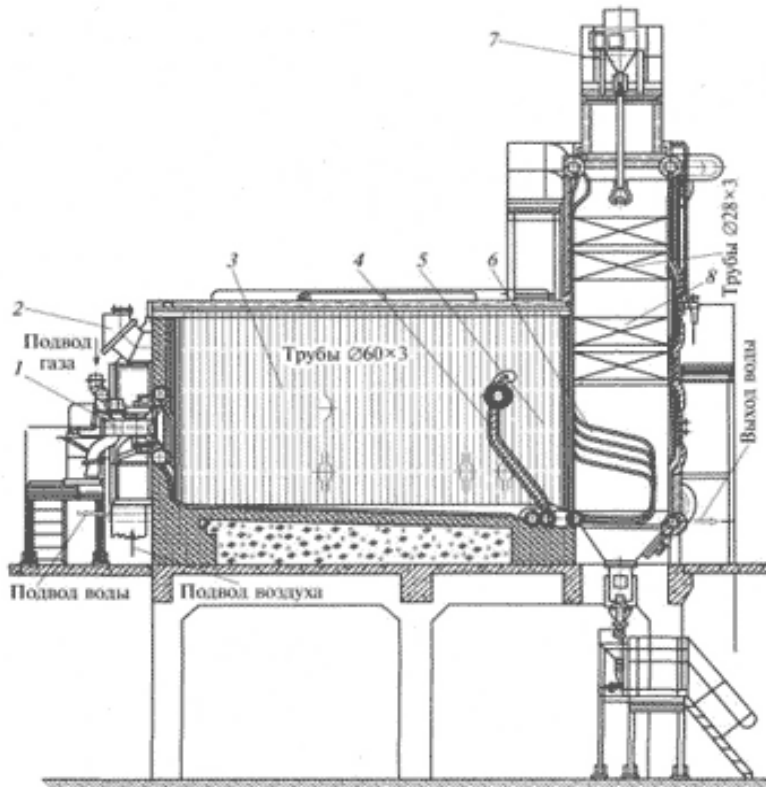


Рис. 8.2. Продольный разрез водогрейных котлов КВ-ГМ-10 (-20, -30)

Таблица 8.1

№ п/п	Характеристика котла	КВ-ГМ-10	КВ-ГМ-20	КВ-ГМ-30
1.	Теплопроизводительность, Гкал/ч, МВт	10 / 11,63	20 / 23,3	30 / 34,9
2.	КПД, %: на газе / на мазуте	91,9 / 88,4	91,9 / 88	91,2 / 87,7
3.	Расход топлива: газ, м ³ /ч / мазут, кг/ч	1260 / 1220	2520 / 2450	3680 / 3490
4.	Расход воды, т/ч	123,5	247	370
5.	Радиационная поверхность, м ²	53,6	106,6	126,9
6.	Конвективная поверхность,	221,5	406,5	592,6

	м ²			
7.	Температура уходящих газов: газ/мазут	185 / 230	190 / 242	160 / 250
8.	Гидравлическое сопротивление, кгс/см ²	1,5	2,3	1,9
9.	Глубина топки L ₁ , мм	3904	6384	8484
10.	Глубина конвективной шахты L ₂ , мм	768	1536	2300
11.	Длина котла L ₃ , мм	6500	9700	11 800
12.	Общая длина котла L ₄ , мм	8350	10 540	13 530

Топочная камера (топочный блок) полностью экранирована трубами диаметром 60 × 3 мм с шагом 64 мм, которые образуют:

- левый и правый боковые экраны топки – вертикальные трубы, приваренные к нижним и верхним коллекторам;
- передний (фронтальной) экран – изогнутые трубы, которые экранируют фронт и под (низ) топки; трубы приварены к переднему (фронтальному) и дальнему (подовому) коллекторам; передний (фронтальной) коллектор расположен ближе к поду, а над ним установлена горелка;
- промежуточный (поворотный) экран – вертикально-изогнутые трубы, установленные в два ряда, которые приварены к верхнему и нижнему коллекторам и выполнены в виде газоплотного экрана; поворотный экран не доходит до потолка топки, оставляя окно для прохода топочных газов из топки в камеру догорания.

Конвективный блок (шахта) имеет:

- фестонный экран – вертикально-изогнутые трубы, приваренные к верхнему и нижнему коллекторам, причем в верхней части трубы выполнены в виде газоплотного цельносварного экрана, а в нижней части стены трубы разведены в четырехрядный фестон; фестонный экран является одновременно задним экраном топки;
- заднюю стенку – вертикальные трубы, приваренные к верхнему и нижнему коллекторам;

- левую и правую боковые стенки шахты – вертикальные стояки (трубы диаметром $83 \times 3,5$ мм, установленные с шагом 128 мм), приваренные к верхним и нижним коллекторам, а в эти стояки вварены три пакета горизонтально расположенных U-образных ширм, выполненных из труб диаметром 28×3 мм.

На фронтальной стенке топки устанавливается одна газомазутная горелка РГМГ. Между промежуточным (поворотным) экраном топки и фестонным экраном расположена камера догорания. В соответствующих местах верхних и нижних коллекторов экранов топки и стенок конвективной шахты установлены заглушки (перегородки) для обеспечения многоходового движения воды по трубам – вверх, вниз и так далее. Для поддержания скоростей движения в пределах $0,9 \dots 1,9$ м/с каждый тип котла имеет раз- личное число ходов воды.

Трубы задней стенки шахты имеют диаметр 60×3 мм и установлены с шагом 64 мм, а трубы фестонного экрана – диаметр 60×3 мм и установлены с шагом $s_1 = 256$ мм и $s_2 = 180$ мм. Все коллекторы и перепускные трубы котла имеют диаметр 219×10 мм. Все верхние коллекторы топки и конвективной шахты имеют воздушники для выпуска воздуха (при заполнении котла водой), а нижние – спускные вентили.

Газовоздушный тракт. Топливо и воздух подаются в горелку, а в топке образуется факел горения.

Теплота от топочных газов в топке передается всем экраным трубам (радиационным поверхностям нагрева), а от труб теплота передается воде, циркулирующей по экранам. Из топки, огибая сверху промежуточный (поворотный) газоплотный экран, топочные газы входят в камеру догорания, затем внизу проходят четырехрядный фестон, попадают в конвективную шахту, где теплота передается воде, циркулирующей по пакетам секций (ширм) и, пройдя шахту снизу вверх, топочные газы дымососом удаляются в дымовую трубу и в атмосферу.

Для удаления загрязнений и отложений с наружной поверхности труб конвективной шахты котлы оборудуются дробеочисткой, использующей чугунную дробь, которая подается в конвективную шахту.

Движение воды в котле КВ-ГМ-10-150 показано на рис. 8.3.

Обратная сетевая вода с температурой 70 °С сетевым насосом подается в дальнюю (от фронта) часть нижнего коллектора левого бокового топочного экрана и распределяется по нему до заглушки.

После ряда подъемно-опускных движений по левому боковому экрану вода из нижнего коллектора по перепускной трубе переходит в фронтной верхний коллектор переднего (фронтного) экрана.

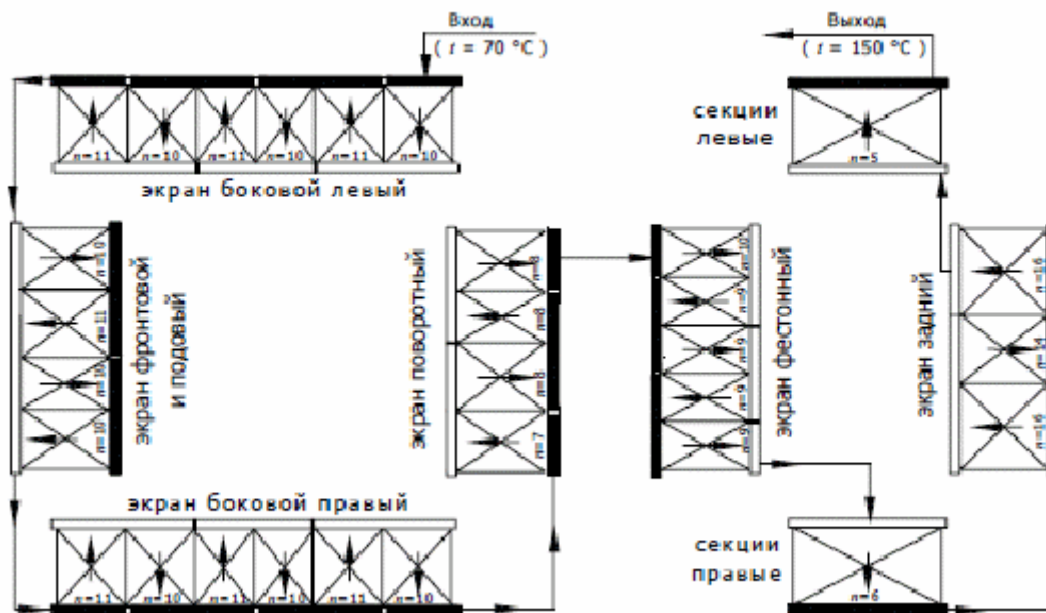


Рис. 8.3. Схема циркуляции воды в котле КВ-ГМ-10-150 (КВ-ГМ-11,6-150):

– нижние коллекторы; – верхние коллекторы

По левой стороне фронтного и подового экрана вода поступает в нижний, дальний коллектор, откуда после ряда подъемно-опускных движений по правой стороне экрана вновь возвращается в фронтной верхний коллектор. По перепускной трубе вода поступает в нижний коллектор правого бокового топочного экрана и после ряда подъемно-опускных движений по нему, из нижнего коллектора, по перепускной трубе, переходит в нижний коллектор поворотного (промежуточного) экрана. После ряда подъемно-опускных движений по промежуточному экрану вода из нижнего коллектора, по перепускной трубе переходит в нижний коллектор фестонного экрана, проходит его, поднимаясь и опускаясь, и из верхнего коллектора фестонного экрана поступает в верхний коллектор правой боковой стены конвективной шахты.

По стоякам и U-образным пакетам секций вода проходит сверху вниз правую боковую стенку шахты и из нижнего коллектора переходит в нижний коллектор задней стены конвективной шахты. После ряда подъемно-опускных движений из верхнего коллектора заднего экрана вода переходит в верхний коллектор левой боковой стены конвективной шахты и, проходя по стоякам и U-

образным ширмам сверху вниз, вода из нижнего коллектора с температурой 150°C идет в теплосеть.

Движение воды в водогрейном газомазутном котле КВ-ГМ-20-150 показано на рис. 8.4.

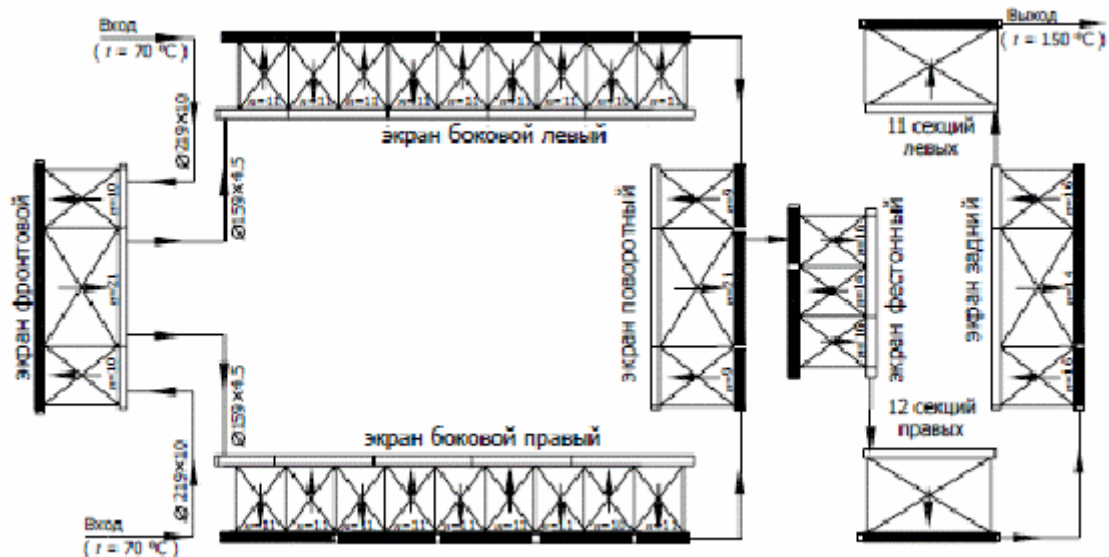


Рис. 8.4. Схема циркуляции воды в котле КВ-ГМ-20-150 (КВ-ГМ-23,3-150):

– нижние коллекторы; – верхние коллекторы

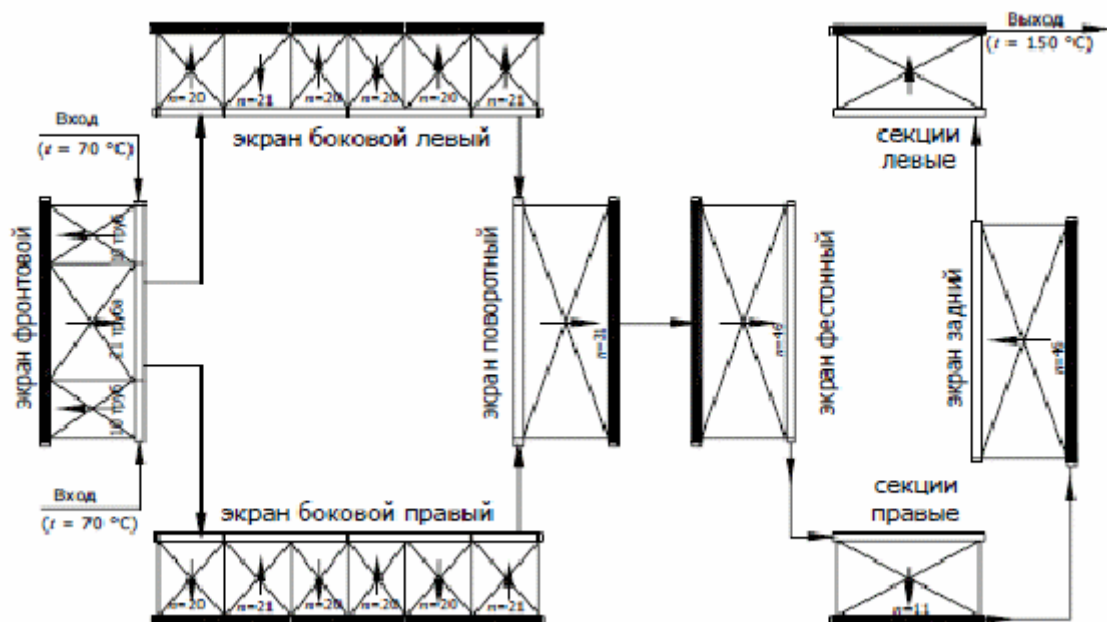


Рис. 8.5. Схема циркуляции воды в котле КВ-ГМ-30-150 (КВ-ГМ-35-150):

– нижние коллекторы; – верхние коллекторы

Движение воды в водогрейном газомазутном котле КВ-ГМ-30-150 показано на рис. 8.5.

Обмуровка всех котлов облегченная, закрепляемая на трубах. Кирпичная кладка имеется лишь под трубами подового экрана и на фронтальной стене, в которой выкладывается амбразура для горелки.

8.4. Устройство и работа котла КВ-ГМ-50-150

Котел водогрейный газомазутный КВ-ГМ-50-150, теплопроизводительностью 50 Гкал/ч (58 МВт), предназначен для нагрева воды систем теплоснабжения до 150 °С и может быть использован как в отопительном основном режиме – 70...150, так и в пиковом – 100...150 °С. Теплогенератор имеет П-образную компоновку, включающую топочный и конвективный блоки. Котел КВ-ГМ-100-150 имеет аналогичную конструкцию и отличаются лишь глубиной топочной и конвективной шахты, а ширина обоих котлов по осям колонн – 5700 мм.

Котлы рассчитаны на рабочее давление воды 2,5 МПа (25 кгс/см²).

В табл. 8.30, 8.33 [5] приведены технические характеристики и комплектация котлов КВ-ГМ-50, КВ-ГМ-100, а на рис. 8.6 представлен профиль котла КВ-ГМ-100.

Топочная камера экранирована трубами диаметром 60 × 3 мм с шагом 64 мм, которые соответственно образуют:

- передний (фронтальной) экран – вертикальные трубы, приваренные к верхнему, нижнему, а также двум (верхнему и нижнему) промежуточным коллекторам; промежуточные коллекторы по краям соединены между собой перепускными трубами, а между коллекторами установлены горелки;
- левый боковой экран – вертикально-изогнутые трубы, приваренные к верхнему и нижнему коллекторам, которые экранируют левую боковую стенку и потолок топки до середины, причем верхний коллектор длиннее нижнего на 1/3 и эта удлиненная часть коллектора находится в конвективной шахте, являясь одновременно верхним коллектором бокового экрана конвективной поверхности нагрева;
- правый боковой экран – выполнен аналогично левому;

- промежуточный экран – вертикальные (укороченные) трубы, приваренные к верхнему и нижнему коллекторам, которые выполнены в виде газоплотного экрана, разделяющего топку от конвективной шахты; причем промежуточный экран не доходит до потолка топки, оставляя окно для прохода топочных газов из топки в конвективную шахту.

В соответствующих местах верхнего и нижнего коллекторов боковых топочных экранов установлены заглушки для обеспечения многоходового движения воды по экранным трубам – вниз и вверх.

Конвективный блок (конвективная шахта) имеет:

- правую боковую стенку шахты – вертикальные стояки-трубы диаметром $83 \times 3,5$ мм, установленные с шагом 128 мм, приваренные к верхним и промежуточным коллекторам, а в эти стояки вварены три пакета горизонтально расположенных U-образных ширм, выполненных из труб диаметром 28×3 мм; кроме того, все стояки сдвинуты относительно друг друга поперек продольной оси экрана на 64 мм, что обеспечивает размещение U-образных пакетов ширм в виде гребенок – в шахматном порядке с шагом $s_1 = 64$ и $s_2 = 40$ мм;

- правый потолочный экран конвективной шахты – изогнутые трубы, которые экранируют правую стенку и потолок до середины конвективной шахты, и приварены соответственно к промежуточному и верхнему коллекторам конвективной шахты;

- левую боковую стенку и левый потолочный экран конвективной шахты – выполнены аналогично правой стенке;

- заднюю стенку – вертикальные трубы диаметром 60×3 мм, установленные с шагом 64 мм, которые приварены к верхнему и нижнему коллекторам задней стенки шахты.

Все экранные трубы топки и стояки конвективной шахты приварены непосредственно к коллекторам-камерам диаметром 273×11 мм. Все верхние коллекторы топки и конвективной шахты имеют воздушники для выпуска воздуха, а нижние – спускные вентили.

Котлы не имеют каркаса. Обмуровка котла облегченная, натрубная, толщиной 110 мм, состоит из трех слоев: шамотобетона, соевитовых плит, минераловатных матрасов и магнезиальной обмазки.

Взрывные предохранительные клапаны установлены на потолке топочной камеры. Нижние коллекторы фронтального, промежуточного и заднего экранов, а также боковых стен конвективной шахты опираются на портал. Опора, расположенная в середине нижнего коллектора промежуточного экрана, является неподвижной, а остальные опоры – скользящие. На фронтальной стенке котлов КВ-ГМ-50 установлены две газомазутные горелки с ротационными форсунками, на котлах КВ-ГМ-100 – три такие же горелки, причем третья горелка размещается во втором ряду сверху – на верхнем ярусе.

Газовоздушный тракт. Топливо и воздух подаются в горелки, а в топке образуется факел горения.

Теплота от топочных газов в топке, за счет радиационного и конвективного теплообмена, передается всем экранным трубам (радиационным поверхностям нагрева), и от труб теплота передается воде, циркулирующей по экранам. Из топки, огибая сверху промежуточный газоплотный экран, топочные газы входят в конвективную шахту, где теплота передается воде, циркулирующей по пакетам секций (ширм), и, пройдя шахту сверху вниз, топочные газы дымососом удаляются в дымовую трубу, а затем в атмосферу.

Для удаления загрязнений, летучей сажи и отложений с наружной поверхности труб конвективной шахты котлы оборудуются очистительной установкой, использующей чугунную дробь, которая подается в конвективную шахту сверху – дробеочистка.

Принудительная циркуляция воды в котле возможна в основном (70...150 °С) и пиковом (100...150 °С) режимах работы, которые представлены на рис. 6.5.

Контуры принудительной циркуляции воды. *Основной режим движения воды* представлен на рис. 8.4, а.

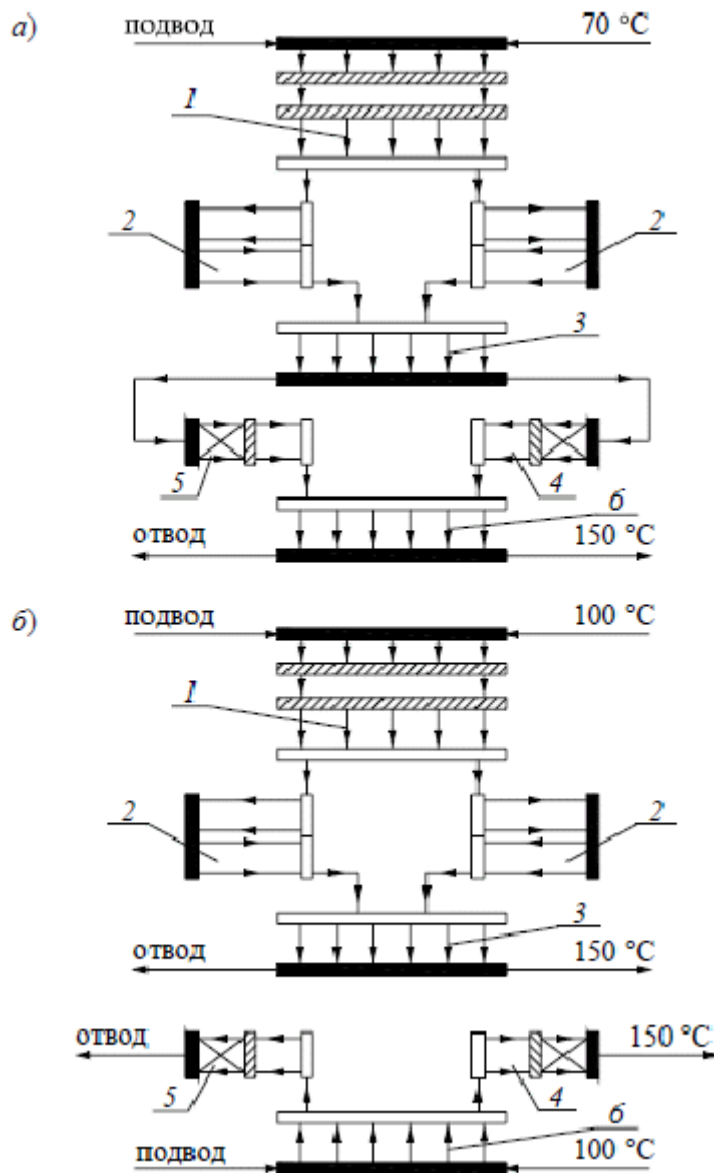


Рис. 8.6. Схема движения воды в котле КВ-ГМ-50-150:

а – основной режим; *б* – пиковый режим;

1, 2, 3 – фронтной, боковые и промежуточный экраны топки; 4 – потолочный экран конвективной шахты; 5 – боковые стенки, стояки и пакеты U-образных ширм конвективной шахты; 6 – задняя стенка шахты;

– верхние; – промежуточные; – нижние коллекторы

Обратная сетевая вода с температурой $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ сетевым насосом подается в нижний коллектор фронтного (переднего) экрана, затем поднимается по трубам до нижнего промежуточного коллектора, по перепускным трубам переходит в верхний промежуточный коллектор, откуда по экраным трубам вода поступает в верхний коллектор фронтного экрана. Двумя потоками по перепускным трубам

вода переходит в верхние коллекторы левого и правого боковых экранов, распределяется по коллекторам до заглушек, откуда по ближней (относительно фронта котла) части экранных труб опускается в нижние коллекторы боковых экранов и проходит по ним до заглушек.

После многоходового движения воды по экранным трубам боковых экранов, из верхних коллекторов боковых экранов, двумя потоками по перепускным трубам, вода переходит в верхние коллекторы промежуточного экрана, проходит через экран сверху вниз. Из нижнего коллектора промежуточного экрана, двумя потоками по перепускным трубам, вода переходит в нижние коллекторы боковых стен конвективной шахты. Далее пройдя стояки и три конвективных U-образных пакета секций (ширм) снизу вверх, вода поступает вначале в промежуточный коллектор, а затем по экранным изогнутым трубам переходит в верхние коллекторы конвективной шахты.

Из верхних коллекторов конвективной шахты, двумя потоками по перепускным трубам, вода переходит в верхние коллекторы задней стенки шахты, проходит по трубам сверху вниз до нижнего коллектора задней стенки, откуда нагретая до 150 °С вода идет в теплосеть.

Пиковый режим (рис. 8.4, б). Обратная сетевая вода с температурой 100...105 °С сетевым насосом подается в котел двумя потоками: один в нижний коллектор фронтального топочного экрана, а другой в нижний коллектор задней стенки конвективной шахты. Первый поток проходит фронтальный экран (через промежуточные коллекторы) и из верхнего коллектора по перепускным трубам переходит в верхние коллекторы боковых экранов топки. Выполняя многоходовое движение воды по экранным трубам, вода из верхних коллекторов боковых экранов переходит в промежуточный экран, опускается по трубам вниз и из нижнего коллектора идет в теплосеть с температурой 150 °С.

Второй поток воды поднимается по трубам задней стенки конвективной шахты и из верхнего коллектора двумя потоками переходит в верхние коллекторы боковых экранов конвективной шахты. Опускаясь, вода проходит боковые экраны конвективной шахты, промежуточные коллекторы, а затем по стоякам вода проходит три пакета конвективных U-образных пакета секций (ширм), и из нижних коллекторов боковых стен шахты вода идет в теплосеть с температурой 150 °С.