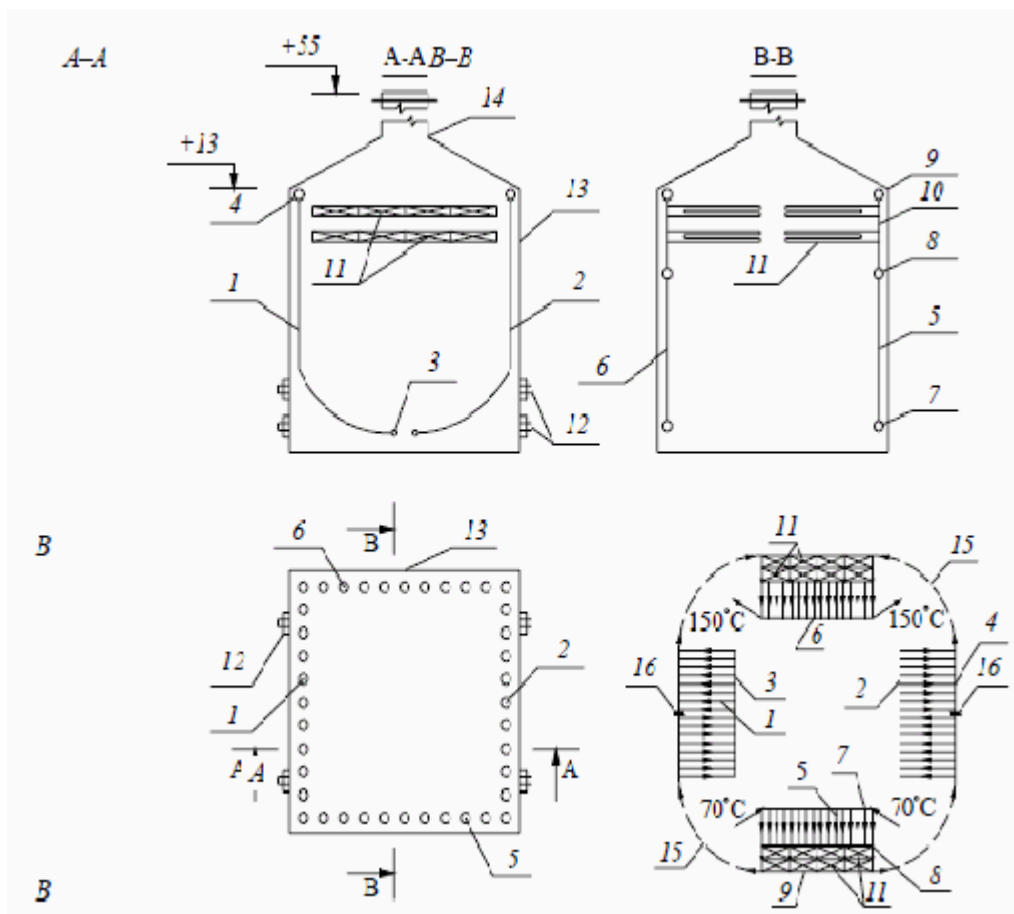


## Устройство и работа теплогенератора ПТВМ-50

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/см<sup>2</sup>, а минимальное – 8 кгс/см<sup>2</sup>; расход воды в основном режиме – 625 т/ч, а в пиковом – 1250 т/ч; расход топлива: мазута – 6340 кг/ч, природного газа – 6720 м<sup>3</sup>/ч; расход воздуха – 84 000 м<sup>3</sup>/ч; гидравлическое сопротивление котла 2 кгс/см<sup>2</sup>; температура уходящих топочных газов 180...190 °С; количество горелок – 12; избыточное давление перед горелками: газа – 0,2 кгс/см<sup>2</sup>, мазута – 20 кгс/см<sup>2</sup>; площадь поверхности нагрева: радиационной – 138 м<sup>2</sup>, конвективной – 1110 м<sup>2</sup>; 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.



**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

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.

**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.

Котёл имеет лёгкую 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 четырёхходовой схеме (рис. 8.1) и *пиковый* – по двухходовой схеме движения воды.

***Четырёхходовая схема (теплофикационный режим):***

1-й ход – обратная сетевая вода с температурой 70 °С сетевым насосом подается в нижний коллектор 7 переднего (фронтowego) 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.

### **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).

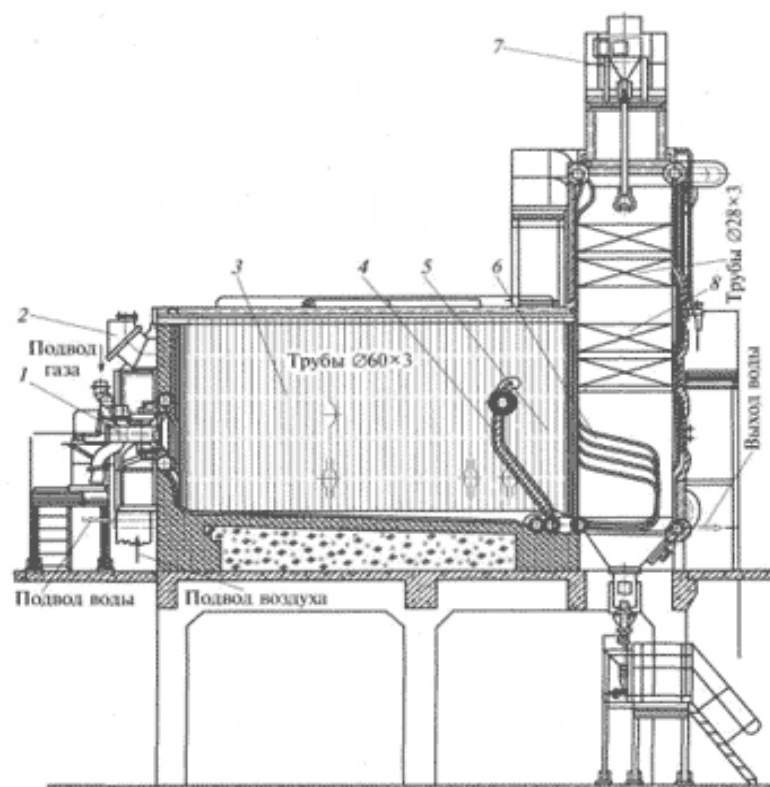


Рис. 8.2. Продольный разрез водогрейных котлов KB-ГМ-10 (-20, -30)

Таблица 8.1

№ п/п	Характеристика котла	KB-ГМ -10	KB-ГМ -20	KB-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 <sup>3</sup> /ч / мазут, кг/ч	1260 / 1220	2520 / 2450	3680 / 3490
4.	Расход воды, т/ч	123,5	247	370
5.	Радиационная поверхность, м <sup>2</sup>	53,6	106,6	126,9
6.	Конвективная поверхность, м <sup>2</sup>	221,5	406,5	592,6
7.	Температура уходящих газов:	185 / 230	190 / 242	160 / 250

	газ/мазут			
8.	Гидравлическое сопротивление, кгс/см <sup>2</sup>	1,5	2,3	1,9
9.	Глубина топки L <sub>1</sub> , мм	3904	6384	8484
10.	Глубина конвективной шах- ты L <sub>2</sub> , мм	768	1536	2300
11.	Длина котла L <sub>3</sub> , мм	6500	9700	11 800
12.	Общая длина котла L <sub>4</sub> , 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 (фронтной) экран – изогнутые трубы, которые экранируют фронт и под (низ) топки; трубы приварены к переднему (фронтному) и дальнему (подовому) коллекторам; передний (фронтной) 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  $28 \times 3$  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  $60 \times 3$  мм и установлены с шагом 64 мм, а трубы фестонного экрана – диаметр  $60 \times 3$  мм и установлены с шагом  $s_1 = 256$  мм и  $s_2 = 180$  мм. Все коллекторы и перепускные трубы котла имеют диаметр  $219 \times 10$  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 экранным 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 фронтальной верхний коллектор переднего (фронтального) экрана.

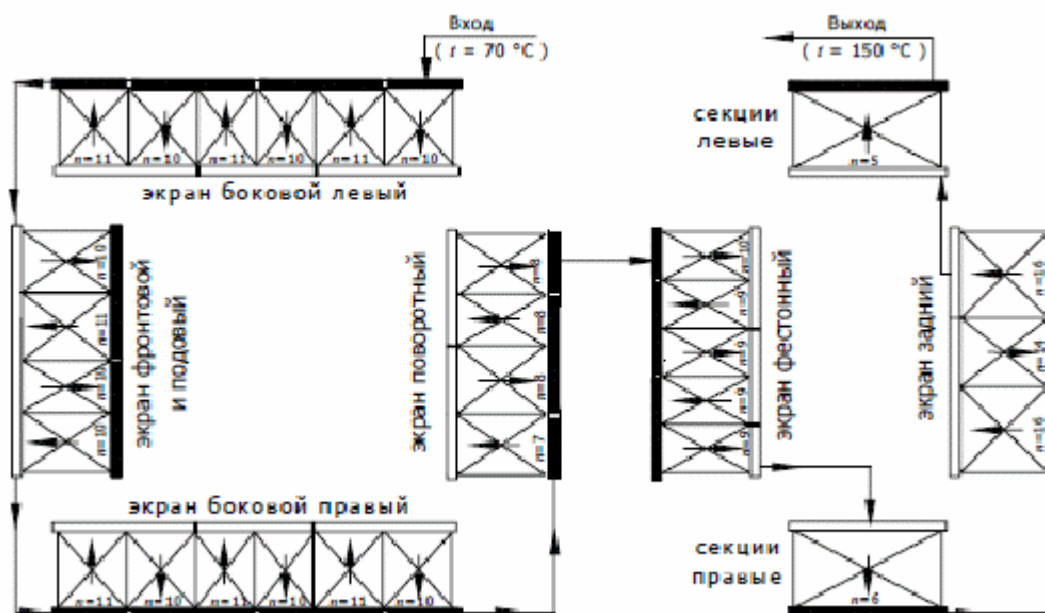


Рис. 8.3. Схема циркуляции воды в котле КВ-ГМ-10-150 (КВ-ГМ-11,6-150):  
– нижние коллекторы; – верхние коллекторы

По левой стороне фронтального и подового экрана вода поступает в нижний, дальний коллектор, откуда после ряда подъемно-опускных движений по правой стороне экрана вновь возвращается в фронтальной 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 теплотель.

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

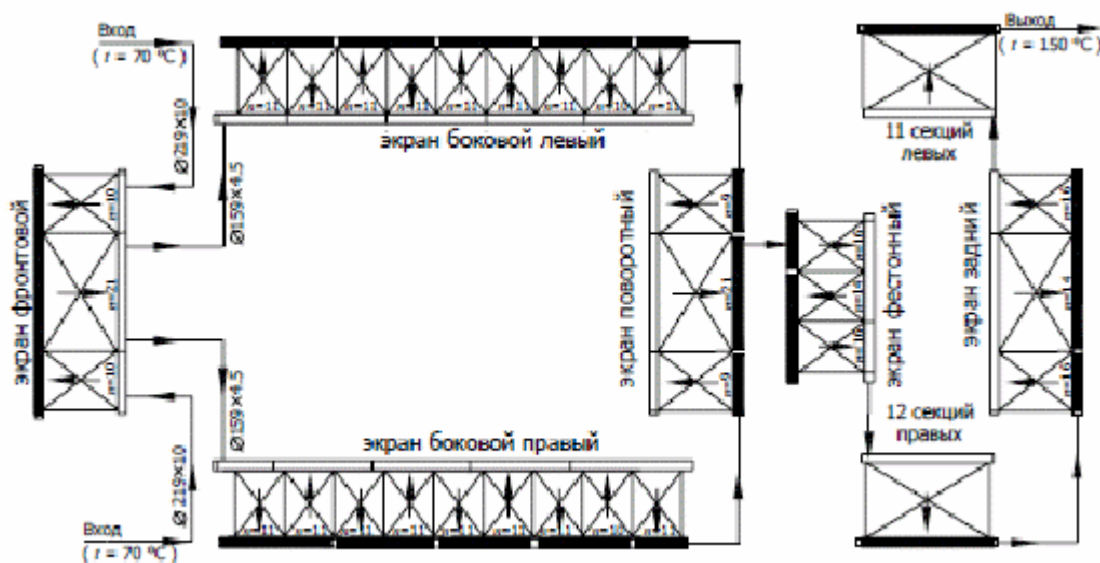


Рис. 8.4. Схема циркуляции воды в котле КВ-ГМ-20-150 (КВ-ГМ-23,3-150):  
– нижние коллекторы; – верхние коллекторы

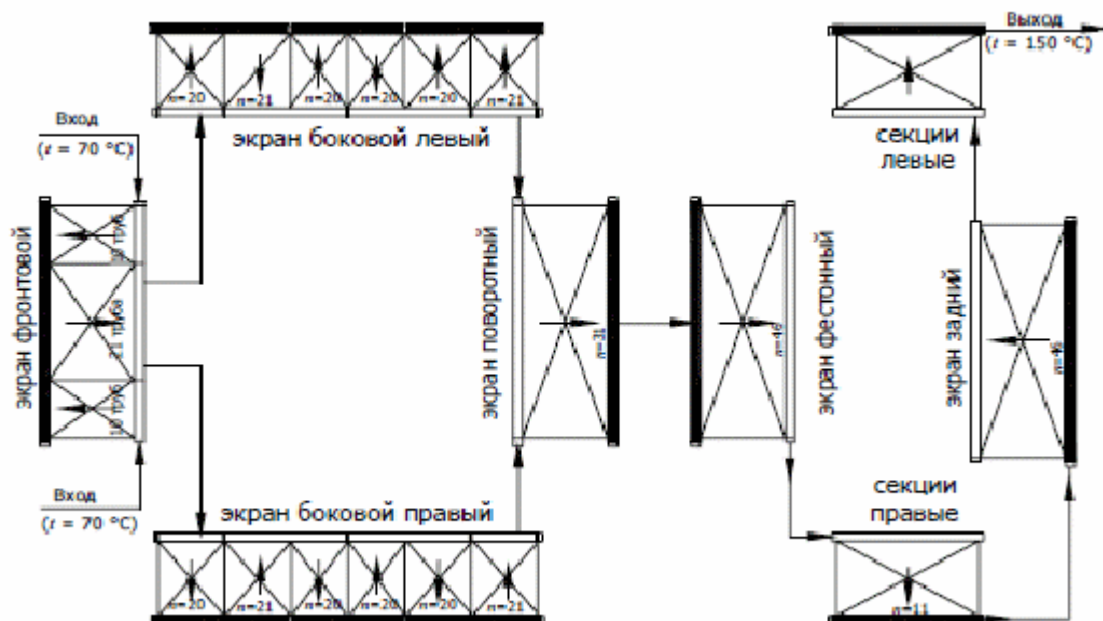


Рис. 8.5. Схема циркуляции воды в котле KB-ГМ-30-150 (KB-ГМ-35-150):  
– нижние коллекторы; – верхние коллекторы

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

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