

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034013**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.18

(51) Int. Cl. *F24H 1/00* (2006.01)

(21) Номер заявки
201700496

(22) Дата подачи заявки
2017.09.28

(54) **ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЕЛ**

(31) **2017/0651.1**

(32) **2017.08.02**

(33) **KZ**

(43) **2019.02.28**

(96) **KZ2017/059 (KZ) 2017.09.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ" (KZ)**

(72) Изобретатель:

**Орумбаев Рахимжан Кабиевич,
Кибарин Андрей Анатольевич,
Орумбаева Шолпан Рахимжановна,
Ходанова Татьяна Викторовна,
Коробков Максим Сергеевич,
Касимов Арман Салемович (KZ)**

(56) **RU-C2-2232354
SU-A1-173396
SU-A-1015181
RU-C1-2129243
WO-A1-2013078423**

(57) Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к котельной технике, в частности к водогрейным котлам для районных котельных и ТЭЦ, которые могут быть использованы в системах централизованного теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых микрорайонов и производственных зданий. Водогрейный котел состоит из топки с горелками, содержит фронтальной, тыльной, боковые симметричные экраны с верхними и нижними коллекторами и конвективными пакетами конвективной части, включенными по схеме циркуляции воды, причем два двусветных экрана размещены параллельно в топочном пространстве на расстоянии между собой 1600 ± 100 мм, и каждый двусветный экран отстоит от симметричных боковых экранов на расстояние 2315 ± 100 мм, а между двусветными экранами расположены четыре горелки: по две с каждой стороны в нижнем ярусе друг против друга, а в пространстве между ними размещены шесть горелок в два яруса: по три горелки с фронтальной и тыльной сторон, причем восходящие центральные трубы и опускные трубы через одну поочередно отогнуты на $55-60^\circ$ от вертикали к верхним коллекторам в верхней 0,17-0,20 части высоты первого и второго двусветных экранов, причем опускные трубы установлены со стороны фронтального и тыльного экранов, при этом центральные трубы соединены в один общий нижний входной коллектор, крайние трубы двух двусветных экранов, размещенные со стороны фронтального и тыльного экранов, соединены в нижней части котла в два отводящих коллектора, при этом второй сужающийся конвективный пакет расположен над первым конвективным пакетом и собран из наклоненных на $7-10^\circ$ от вертикали конвективных коллекторов в сторону труб конвективного пакета. Преимущества изобретения - увеличение удельной тепловой эффективности и экологических показателей котла, улучшение экономических показателей, увеличение тепловой мощности котла КВ-ГМ-116-150 более 145 МВт (125 Гкал/ч) и возможность привязки к существующим технологическим схемам в действующих проектах районных водогрейных котельных и ТЭЦ.

034013
B1

034013
B1

Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к котельной технике, в частности к водогрейным котлам для районных котельных и ТЭЦ, которые могут быть использованы в системах централизованного теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых микрорайонов и производственных зданий.

В известном башенном водогрейном котле ПТВМ-100 отношение радиационной поверхности $H_p=224 \text{ м}^2$ к конвективной поверхности H_k составляет 7,5%, поэтому большая часть тепла от факела в топке не успевает восприниматься недостаточной радиационной поверхностью нагрева H_p и направляется на конвективные пакеты труб, первые ряды которых не могут воспринять большое количество тепла и выходят из строя (Каталог для проектирования. Котлы водогрейные мощностью от 11,63 до 209 МВт. Дорогобужкотломаш, т. 2, изд. 4-е, 2007 г., с. 29-42).

Известен башенный водогрейный котел КВ-ГМ-139,6-150 (ПТВМ-120Э) производства ОАО "Дорогобужкотломаш" 139,6 МВт (120 Гкал/ч), выполненный на базе старого котла ПТВМ-100, в топке которого установлен один двусветный экран с параллельно включенными экранными трубами с шагом 90 мм, два верхних коллектора одного двусветного экрана разведены под углом 62° от вертикали и располагаются на одном уровне рядом с верхними коллекторами фронтального и тыльного экранов. Трубы одного двусветного экрана через каждые 180 мм поочередно разведены к двум верхним коллекторам. Конвективная поверхность нагрева котла содержит два стандартных конвективных пакета, расположенных непосредственно над топочным пространством с постоянным поперечным сечением. В образовавшийся просвет между разведенными трубами с шагом 180 мм одного двусветного экрана из топочного пространства на первые трубы конвективного пакета попадает большое количество тепла из топки, следовательно, первые ряды конвективных труб наполовину не защищены от высокотемпературного факела. Для известного серийного водогрейного котла КВ-ГМ-139,6-150 отношение площади радиационной поверхности H_p к общей поверхности вместе с конвективной поверхностью H_k составляет 11,2% (Каталог для проектирования. Котлы водогрейные мощностью от 11,63 до 209 МВт. Дорогобужкотломаш, т. 2, изд. 4-е, 2007 г., с. 29-42).

Недостатками известной конструкции и схемы циркуляции водогрейного котла КВ-ГМ-139,6-150 с одним двусветным экраном при работе на природном газе и мазуте являются низкое отношение $H_p/H_k=11,2\%$, частичная защита первых рядов конвективных пакетов от факела, постоянное поперечное сечение в двух пакетах конвективной части, при этом максимально возможный расход воды через котел составляет всего $2956 \text{ м}^3/\text{ч}$, и как следствие, низкая эффективность работы котла.

Известен водогрейный котел, задний экран которого выполнен с уступом в месте сочленения топки и конвективного газохода, поэтому конвективный газоход имеет площадь поперечного сечения меньше, чем площадь поперечного сечения топки котла. Площадь поперечного сечения газохода рассчитывается в данном случае таким образом, чтобы была обеспечена скорость газов в конвективном газоходе, достаточная для эффективного теплосъема (патент RU № 2232354, МПК F24H 1/00, опубл. 10.07.2004 г., бюл. № 19).

Существенным недостатком конструкции известного башенного водогрейного котла является резкое уменьшение температуры и объема газов непосредственно в пределах первого конвективного пакета труб, поэтому резкое снижение скорости газов во втором конвективном пакете с тем же поперечным сечением значительно снижает эффективность второго пакета и котла в целом.

Задача изобретения - разработка более мощных и надежных водогрейных котлов, эффективно работающих на природном газе, мазуте и твердом топливе в основном и в двух пиковых режимах, с возможностью размещения в ячейке старого котла ПТВМ-100 и привязкой к существующим трубопроводам и системам, при этом с улучшенными экологическими и экономическими показателями.

Технический результат изобретения - увеличение удельной тепловой эффективности и экологических показателей котла за счет увеличения расхода воды в основном режиме на природном газе и мазуте до $1545 \text{ м}^3/\text{ч}$ (429,2 кг/с) и в двух пиковых режимах работы котла на природном газе и мазуте от $3090 \text{ м}^3/\text{ч}$ (858,3 кг/с) до $4634 \text{ м}^3/\text{ч}$ (1287,2 кг/с); улучшение экономических показателей за счет снижения удельного расхода металла котла, работающего под давлением; возможность изменения схем циркуляции теплоносителя - воды, что обеспечивает надежную работу как в основном, так и в двух пиковых режимах работы; увеличение тепловой мощности котла КВ-ГМ-116-150 более 145 МВт (125 Гкал/ч); возможность привязки к существующим технологическим схемам в действующих проектах районных водогрейных котельных и ТЭЦ.

Для достижения технического результата водогрейный котел состоит из топки с горелками и содержит фронтальной, тыльной, боковые симметричные экраны с верхними и нижними коллекторами и конвективными пакетами конвективной части, включенными по схеме циркуляции воды, в соответствии с изобретением два двусветных экрана параллельно размещены в топочном пространстве на расстоянии между собой $1600 \pm 100 \text{ мм}$, и каждый двусветный экран отстоит от симметричных боковых экранов на расстояние $2315 \pm 100 \text{ мм}$, а между двусветными экранами расположены четыре горелки по две с каждой стороны в нижнем ярусе друг против друга, а в пространстве между размещены шесть горелок в два яруса по три горелки с фронтальной и тыльной сторон, причем восходящие центральные трубы и опускающиеся трубы через одну поочередно отогнуты на $55-60^\circ$ от вертикали к верхним коллекторам в верхней 0,17-0,20 части высоты первого и второго двусветных экранов, причем опускающиеся трубы установлены со

стороны фронтального и тыльного экранов, при этом центральные трубы соединены в один общий нижний входной коллектор, крайние трубы двух двухцветных экранов, размещенные со стороны фронтального и тыльного экранов, соединены в нижней части котла в два отводящих коллектора, при этом второй сужающийся конвективный пакет расположен над первым конвективным пакетом и собран из наклонных на $7-10^\circ$ от вертикали конвективных коллекторов в сторону труб конвективного пакета.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг. 1 представлено поперечное сечение водогрейного котла с двумя двухцветными экранами с одним нижним входным коллектором и двумя выходными нижними коллекторами и сужающимся сечением второго конвективного пакета.

На фиг. 2 представлено продольное сечение водогрейного котла по А-А по фиг. 1 с продольным сечением нижнего входного коллектора и перепусками воды в нижний коллектор тыльного экрана.

На фиг. 3 представлена схема циркуляции воды водогрейного котла по фиг. 1 и 2 в основном режиме с расходом $1545 \text{ м}^3/\text{ч}$.

На фиг. 4 представлена схема циркуляции водогрейного котла по фиг. 1 и 2 в пиковом двухходовом режиме с расходом воды $3090 \text{ м}^3/\text{ч}$.

На фиг. 5 представлена схема циркуляции воды водогрейного котла по фиг. 1 и 2 в пиковом трехходовом режиме с расходом $4634 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Водогрейный котел содержит входной общий нижний коллектор 1, первый двухцветный экран 2, подъемные трубы 3 и опускные трубы 4 первого двухцветного экрана 2, верхний коллектор 5 первого двухцветного экрана, опускные трубы 6 второго двухцветного экрана 7, подъемные трубы 8 второго двухцветного экрана 7, верхний коллектор 9 второго двухцветного экрана 7, воздухоотводящие патрубки 10 всех верхних коллекторов 5, 9, 26, 27 и 37, нижний коллектор 11 второго двухцветного экрана 7, нижний коллектор 12 первого двухцветного экрана 2, нижний коллектор 13 тыльного экрана 14, параллельные трубы 15 тыльного экрана, верхний коллектор 16 тыльного экрана 14, конвективные стойки 17 с горизонтальными трубами 18 первого конвективного пакета 19, верхний коллектор 20 первого конвективного пакета 19, наклонные трубы 21, нижний коллектор 22 второго конвективного пакета 23, наклонные конвективные стойки 24 с горизонтальными трубами 25 второго конвективного пакета 23, наклонные конвективные стойки 24 с горизонтальными трубами 25 второго конвективного пакета 23, верхний укороченный коллектор 26 второго конвективного пакета, два симметричных верхних укороченных коллектора 27 симметричных левого и правого боковых экранов 28 и 29, каждый из которых собран из трех блоков Б1, Б2 и Б3, симметричные боковые параллельные трубы 30, два симметричных средних укороченных коллектора 31, симметричные наклонные трубы 32 сужающейся части между двумя конвективными пакетами 19 и 23, два симметричных верхних коллектора 33 симметричных боковых экранов 28 и 29, симметричные параллельные трубы 34 боковых экранов с симметричными блоками Б1, Б2 и Б3, два симметричных нижних коллектора 35, симметричные перегородки 36, установленные посередине симметричных коллекторов 26, 31 и 33, верхний укороченный коллектор 37 второго конвективного пакета 38 с фронтальной стороны, наклонные конвективные стойки 39 с горизонтальными трубами 40 второго конвективного пакета 38, нижний коллектор 41 второго конвективного пакета, наклонные трубы 42 сужающейся части с фронтальной стороны, верхний коллектор 43 первого конвективного пакета 44, конвективные стойки 45 с горизонтальными конвективными трубами 46 с фронтальной стороны, верхний коллектор 47 фронтального экрана 48, экранные параллельные трубы 49 фронтального экрана 48, нижний коллектор 50, воздухоотводящие патрубки 10 на верхних коллекторах, дренажные патрубки 51 на нижних коллекторах и 16 горелок 52, распределенных по восемь газомазутных горелок с фронтальной и тыльной сторон водогрейного котла.

Конструктивно в котле все коллекторы 1, 5, 9, 11, 12, 13, 16, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 35, 37, 41, 43, 47 и 50 размещены горизонтально, топочные экраны котла и параллельные трубы их образующие 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 28, 29, 30, 48, 49 и симметричные боковые экранные блоки Б1, Б2 и Б3 размещены вертикально, конвективные стойки 17 и 45 размещены вертикально, конвективные трубы и конвективные пакеты 18, 19, 23, 25, 38, 40, 44 и 46 размещены горизонтально, наклонные трубы и наклонные конвективные стойки 21, 24, 39 и 42 размещены с наклоном в сторону конвективных труб под углом $7-10^\circ$ от вертикали, все перегородки 36 в симметричных верхних коллекторах 27 и 33 по фиг. 3-5 размещены вертикально, воздухоотводящие патрубки 10 в верхних коллекторах размещены вертикально, дренажные патрубки 51 размещены горизонтально, 16 газомазутных горелок 52 размещены горизонтально по восемь штук на фронтальном 48 и тыльном 14 экранах водогрейного котла.

Водогрейный котел выполнен конструктивно со всеми коллекторами 1, 5, 9, 11, 12, 13, 16, 20, 22, 26, 27, 31, 33, 35, 37, 41, 43, 47 и 50, размещенными горизонтально, а соответствующие указанным коллекторам параллельные трубы с экранами 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 28, 29, 30, 48, 49 размещены вертикально, при этом первый двухцветный экран 2 с трубами 3, 4 и второй двухцветный экран 7 с трубами 6 и 8 размещены от симметричных боковых экранов 28 и 29 на расстоянии $2315 \pm 100 \text{ мм}$ каждый, а между собой двухцветные экраны размещены на расстоянии $1600 \pm 100 \text{ мм}$, а между ними четыре горелки 52 по две с каждой стороны размещены в нижнем ярусе, причем в верхней $0,17-0,20$ части высоты топки трубы 3 и 4 первого двухцветного экрана 2 с верхним коллектором 5 и воздушником 10 отогнуты к симметричному

левому экрану 28 на угол 55-60°, а трубы 6 и 8 второго двухцветного экрана 7 с верхним коллектором 9 и воздушником 10 в верхней 0,17-0,20 части высоты топки отогнуты к симметричному правому экрану 29 на угол 55-60°, при этом второй конвективный пакет 23 с тыльной стороны выполнен с наклонными конвективными стойками 24 на угол 7-10° от вертикали с верхним укороченным коллектором 26, а второй конвективный пакет 38 с фронтальной стороны выполнен с наклонными конвективными стойками 39 на угол 7-10° от вертикали и верхним укороченным коллектором 37, при этом на тыльном 14 и фронтальном 48 экранах горелки 52 размещены таким образом, что между первым двухцветным экраном 2 и вторым двухцветным экраном 7 располагаются четыре горелки: по две на экранах 14 и 48 на нижнем ярусе, а между каждым двухцветным экраном 2 и 7 и симметричными боковыми экранными блоками Б1, Б2 и Б3 располагаются по шесть горелок в два яруса, причем по три на тыльном 14 и фронтальном 48 экранах, обеспечивающих равномерное тепловое напряжение объема в трех секциях, образованных двумя двухцветными экранами 2 и 7 в пределах от 453×10^3 до 484×10^3 ккал/м³ч, а указанное на фиг. 1-5 соединение коллекторов водогрейного котла обеспечивает надежную работу в трех возможных режимах работы с увеличенным расходом воды до 4634 м³/ч или 1287,2 кг/с.

Применение и установка двух двухцветных экранов (с входной температурой воды 70°C), а между ними размещение четырех горелок: по две с каждой стороны на нижнем ярусе с учетом равенства теплового напряжения объема топочного пространства для двух объемов, образованных двухцветными экранами и двумя симметричными боковыми стенками с расстоянием по 2315 мм, и размещение в указанных двух объемах по шесть горелок с тепловым напряжением объема $484,4 \times 10^3$ ккал/м³ч, а для объема, образованного между двумя двухцветными экранами, с размещением четырех горелок по две горелки с каждой стороны на нижнем ярусе с тепловым напряжением объема $453,1 \times 10^3$ ккал/м³ч, позволяет обеспечить эффективную и надежную работу конвективных поверхностей и котла.

Увеличение радиационной поверхности нагрева котла на 256 м² и увеличение отношения поверхностей нагрева $N_{\text{рад}}/N_{\text{общ}}$ до 15,9% путем установки двух двухцветных экранов, средние трубы которых соединены в один общий нижний входной коллектор, а крайние трубы двух двухцветных экранов размещены со стороны фронтального и тыльного экранов и соединены в нижней части в два отводящих коллектора, позволяет реализовать три разные схемы циркуляции воды с изменением расхода воды через котел в основном режиме 1545 м³/ч (429,2 кг/с) и входной температурой воды 70°C, в пиковом двухходовом режиме с расходом 3090 м³/ч (858,3 кг/с) и температурой воды 110°C и в пиковом трехходовом режиме с расходом воды 4634 м³/ч (1287,2 кг/с) и температурой 70°C.

При этом сохраняется возможность более глубокой регулировки тепловой нагрузки котла в более широком диапазоне в отличие от существующих серийных водогрейных котлов и увеличение тепловой мощности нового котла до 145 МВт (125 Гкал/ч).

Новый котел КВ-ГМ-125 устанавливается в той же ячейке старого котла ПТВМ-100 с привязкой к существующим технологическим схемам по воде и топливу, к несущему каркасу и обеспечивает более надежную работу конвективных пакетов труб и котла в целом.

В серийных водогрейных котлах в принципе отсутствует первая схема циркуляции воды двумя параллельными потоками с восходящим движением в теплонапряженной части топки в области ядра факела. На практике в прототипах реализована поочередная восходящая и нисходящая схемы движения воды по частям экранов, как приведено в серийных прототипах, что часто приводит к закипанию воды в трубах с нисходящим движением.

Гидравлическая схема циркуляции воды в двух двухцветных экранах постоянна как в основном режиме с расходом 1545 м³/ч (429,2 кг/с) и температурой воды 70°C, так и в пиковом двухходовом режиме с расходом 3090 м³/ч (858,3 кг/с) и температурой воды 110°C, а также в пиковом трехходовом режиме с расходом воды 4634 м³/ч (1287,2 кг/с) и температурой воды 70°C.

Установка внутри топки нового водогрейного котла двух двухцветных экранов и второго конвективного пакета с сужающимся поперечным сечением позволила увеличить эффективность и довести тепловую мощность котла более 145 МВт (125 Гкал/ч).

При этом тепловая мощность водогрейного котла 145 МВт складывается из дополнительного теплосъема двумя оптимально размещенными двухцветными экранами и горелками между ними, а также из увеличения тепловой эффективности с установкой второго сужающегося конвективного пакета. Общее гидравлическое сопротивление котла по воде в контуре не увеличивается относительно базового основного режима.

Схема циркуляции в водогрейном котле с расположением двух двухцветных экранов в топке на расстоянии друг от друга 1600 ± 100 мм в топке и на расстоянии 2315 ± 100 мм от боковых экранов каждого двухцветного экрана удобна в обслуживании и ремонте котла для персонала котельной в условиях эксплуатации. Проведение ремонтных работ не требует больших затрат и крупных подъемных механизмов.

Водогрейный котел работает следующим образом.

В основном режиме работы по фиг. 1-3 водогрейного котла КВ-ГМ-125-150 вода с температурой 70°C и расходом воды 1545 м³/ч поступает в котел с двух сторон к нижнему коллектору 1 центральной части по восходящим трубам 3 и 8 первого 2 и второго 7 двухцветных экранов внутри топки и поднимается вверх по восходящим трубам 3 и 8, далее по отогнутым на 55-60° от вертикали в верхней 0,17-0,20

части высоты экранов трубам диаметром 60 мм (57 мм) - до верхнего левого коллектора 5 первого двухцветного экрана 2 и по восходящим трубам 8 второго двухцветного экрана 7 - к верхнему правому коллектору 9 с воздухоотводящими патрубками 10, из верхних коллекторов 5 и 9 по нисходящим трубам 4 и 6 по отогнутым на 55-60° от вертикали в верхней 0,17- 0,20 части высоты экранов трубам диаметром 60 мм (57 мм) уже четыре потока воды по 386,25 м³/ч (107,3 кг/с) опускаются со скоростью от 2,3 до 2,5 м/с по краям двух двухцветных экранов со стороны тыльного 14 и фронтального 48 экранов, где установлены по восемь горелок 52 (где факел только начинает развиваться), далее четыре потока объединяются в два потока: один в нижнем коллекторе 12 первого двухцветного экрана 2, второй в нижнем коллекторе 11 второго двухцветного экрана 7, и двумя потоками перепускаются с двух сторон в нижний коллектор 13 тыльного экрана 14, далее поток воды поднимается с расходом 1545 м³/ч по параллельным трубам 15 до верхнего коллектора 16 тыльного экрана и далее по конвективным стойкам 17 с горизонтальными трубами 18 первого конвективного пакета 19 до верхнего коллектора 20, далее по наклонным трубам 21 поток воды попадает в нижний коллектор 22 второго конвективного пакета 23 с наклонными конвективными стойками 24 и горизонтальными трубами 25 и попадает в верхний коллектор 26, в верхнем коллекторе 26, в верхнем коллекторе поток воды разделяется на две половины по 772,5 м³/ч и двумя потоками перепускается в симметричные левый верхний укороченный коллектор 27 и правый верхний укороченный коллектор 27 симметричного левого бокового экрана 28 и правого бокового экрана 29, далее параллельно из двух укороченных коллекторов 27 два параллельных потока до симметричных перегородок 36 опускаются по симметричным левым и правым экранам трубам 30 до двух симметричных средних укороченных коллекторов 31 и далее по симметричным наклонным трубам 32 - до симметричных верхних коллекторов 33, далее два потока воды опускаются по боковым параллельным трубам 30 левого 28 и правого боковых экранов 29 блокам Б3 и половине блоков Б2 по параллельным симметричным трубам 34 и попадает в симметричные левый и правый нижние коллекторы 35, в нижних симметричных правом и левом коллекторах 35 два параллельных потока воды с расходом по 772,5 м³/ч разворачиваются на 180° и поднимаются вверх двумя потоками по боковым параллельным трубам правого и левого боковых экранов 28 и 29 по половине симметричных блоков Б2 и блокам Б1 до двух симметричных средних коллекторов 33 и далее по симметричным наклонным трубам 32 поднимаются до симметричных двух средних укороченных коллекторов 31, из коллекторов 31 два потока воды поднимаются по симметричным боковым параллельным трубам 30 до перегородок 36 и поступают в симметричные верхние укороченные левый и правый коллекторы 27, из симметричных верхних укороченных коллекторов 27 два равных потока по 772,5 м³/ч перепускаются с двух сторон в верхний укороченный коллектор 37 второго конвективного пакета 38 со стороны фронтального экрана 48, далее один поток воды с расходом 1545 м³/ч по наклонным конвективным стойкам 39 и горизонтальным трубам 40 второго конвективного пакета 38 попадает в нижний коллектор 41 второго конвективного пакета, из которого по наклонным трубам 42 сужающейся части с фронтальной стороны поток воды попадает в верхний коллектор 43 первого конвективного пакета 44, из которого по конвективным стойкам 45 опускается по горизонтальным конвективным трубам 46, попадая в верхний коллектор 47 фронтального экрана 48 и опускаясь далее по параллельным экранам трубам 49, попадает в нижний коллектор 50, в котором поток разделяется на два равных потока и выводится из котла с двух торцевых сторон фронтального экрана 48 с расходом воды по 772,5 м³/ч и температурой воды 150°С.

Топливо - природный газ или мазут подается в топку через 16 горелок 52, расположенных по восемь штук на двух противоположных фронтальном и тыльном экранах котла 48 и 14, причем четыре горелки 52 по две с каждой стороны между двумя двухцветными экранами 5 и 9 размещаются в нижнем ярусе друг против друга.

В пиковом двухходовом режиме работы по фиг. 1, 2 и 4 водогрейного котла КВ-ГМ-125-150 удвоенный поток воды с расходом 3090 м³/ч поступает в котел двумя отдельными потоками, первый поток с расходом воды 1545 м³/ч и температурой воды 110°С поступает с двух сторон в нижний коллектор 1 и в центральной части - по восходящим трубам 3 и 8 первого 2 и второго 7 двухцветных экранов внутри топки и поднимается вверх по восходящим трубам 3 и 8, далее по отогнутым на 55-60° от вертикали в верхней 0,17-0,20 части высоты двухцветных экранов трубам диаметром 60 мм (или 57 мм) - до верхнего левого коллектора 5 первого двухцветного экрана 2 и по восходящим трубам 8 второго двухцветного экрана 7 - к верхнему правому коллектору 9 с воздухоотводящими патрубками 10, из верхних коллекторов 5 и 9 по нисходящим трубам 4 и 6 по отогнутым на 55-60° от вертикали в верхней 0,17-0,20 части высоты экранов трубам диаметром 60 мм (или 57 мм) уже четыре потока воды по 386,25 м³/ч (107,3 кг/с) опускаются со скоростью от 2,3 до 2,5 м/с по краям двух двухцветных экранов со стороны тыльного 14 и фронтального 48 экранов, далее четыре потока объединяются в два потока: один в нижнем коллекторе 12 первого двухцветного экрана 2, второй в нижнем коллекторе 11 второго двухцветного экрана 7, и двумя потоками перепускаются с двух сторон в нижний коллектор 13 тыльного экрана 14, далее поток воды поднимается с общим расходом 1545 м³/ч по параллельным трубам 15 до верхнего коллектора 16 тыльного экрана и далее по конвективным стойкам 17 с горизонтальными трубами 18 первого конвективного пакета 19 до верхнего коллектора 20 первого конвективного пакета, далее по наклонным трубам 21 поток воды поднимается и попадает в нижний коллектор 22 второго конвективного пакета 23 с наклонными конвективными стойками 24 с горизонтальными трубами 25 и попадает в верхний коллектор 26, в верхнем коллек-

торе поток воды разделяется на две равные половины по $772,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и двумя потоками с двух сторон выводится из котла с температурой 150°C .

Второй поток воды с расходом $1545 \text{ м}^3/\text{ч}$ и температурой 110°C с двух сторон по $772,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ подается в нижний коллектор 50 фронтального экрана 48 по параллельным трубам 49 диаметром 60 мм (или 57 мм), поднимается вверх до верхнего коллектора 47, из которого по первому конвективному пакету 44, по конвективным стойкам 45 и горизонтальным конвективным трубам 46 поднимается и попадает в верхний коллектор 43 первого конвективного пакета, из верхнего коллектора 43 по наклонным трубам 42 поток воды попадает в нижний коллектор 41 второго конвективного пакета 38 и далее поднимается по наклонным конвективным стойкам 39 с горизонтальными конвективными трубами 40 и поступает в верхний укороченный коллектор 37 второго конвективного пакета 38 со стороны фронтального экрана, далее поток воды в укороченном коллекторе 37 делится на два равных потока по $772,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и перепускается в симметричные левый и правый верхние укороченные коллекторы 27 симметричных левого бокового экрана 28 и правого бокового экрана 29 до перегородок 36, из симметричных укороченных коллекторов 27 два потока воды опускаются по симметричным боковым параллельным трубам 30 до симметричных средних укороченных коллекторов 31 и далее опускаются по симметричным наклонным трубам 32 сужающейся части, попадая в два симметричных верхних коллектора 33, из которых по симметричным параллельным трубам 34 два потока опускаются вниз до перегородок 36 по половинам левого 28 и правого боковых экранов 29 по блокам Б1 и по половинам блоков Б2 до симметричных половин нижних коллекторов 35, в нижних коллекторах 35 два равных потока перепускаются в тыльную сторону или вторую половину симметричных боковых экранов 28 и 29, поднимаются вверх до симметричных верхних коллекторов 33 уже за перегородками 36 по симметричным блокам Б3 и половинам блоков Б2, далее два симметричных потока поднимаются по половинам симметричных наклонных труб 32 и попадают во вторые половины двух симметричных средних укороченных коллекторов 31, из которых два потока поднимаются по половинам симметричных боковых параллельных труб 30 и поступают во вторые половины симметричных верхних укороченных коллекторов 27 после перегородок 36 и с двух симметричных сторон водогрейного котла выводятся за пределы с температурой 150°C и общим расходом $1545 \text{ м}^3/\text{ч}$, при этом суммарный расход воды при пиковом двухходовом режиме составляет $3090 \text{ м}^3/\text{час}$ или $858,3 \text{ кг/с}$ с температурой 150°C .

В пиковом трехходовом режиме работы по фиг. 1, 2 и 5 водогрейного котла КВ-ГМ-125-150 с общим расходом воды $4634 \text{ м}^3/\text{ч}$ первый поток воды с температурой 70°C и расходом $1544 \text{ м}^3/\text{ч}$ подается с двух сторон по $772 \text{ м}^3/\text{ч}$ в общий нижний коллектор 1 первого двухцветного экрана 2 и второго двухцветного экрана 7, часть потока воды, поднимаясь по подъемным трубам 3, попадает в верхний коллектор 5 с воздухоотводящим патрубком 10 первого двухцветного экрана 2, а вторая часть потока по подъемным трубам 8 поднимается в верхний коллектор 9 с воздухоотводящим патрубком 10 второго двухцветного экрана 7, далее два потока воды опускаются по опускным трубам 4 первого двухцветного экрана 2 и по опускным трубам 6 второго двухцветного экрана 7, далее с четырех сторон с расходом по $386 \text{ м}^3/\text{ч}$ четыре потока воды с общим расходом $1544 \text{ м}^3/\text{ч}$ и температурой до 90°C выводятся из котла.

Второй поток воды с расходом $1545 \text{ м}^3/\text{ч}$ и температурой 110°C с двух сторон по $772,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ подается в нижний коллектор 13 тыльного экрана 14, по параллельным трубам 15 поток воды поднимается до верхнего коллектора 16, из верхнего коллектора 16 вода поднимается по конвективным стойкам 17, горизонтальным конвективным трубам 18 первого конвективного пакета 19 и попадает в верхний коллектор 20 первого конвективного пакета, из верхнего коллектора 20 по наклонным трубам 21 поток воды попадает в нижний коллектор 22 второго конвективного пакета 23, поднимаясь далее по наклонным конвективным стойкам 24 и горизонтальным конвективным трубам 25 поток воды попадает в верхний коллектор 26 второго конвективного пакета 23, из которого с двух сторон с расходом по $772,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ перепускается в два верхних симметричных укороченных коллектора 27 до перегородок 36, далее по симметричным левым и правым боковым параллельным трубам 30 два потока поступают в два симметричных средних укороченных коллектора 31 и далее опускаются по симметричным наклонным трубам 32 сужающейся части до двух симметричных верхних коллекторов 33 симметричных боковых левого 28 и правого 29 экранов, далее два симметричных потока воды опускаются вниз по симметричным параллельным трубам 34 по половине блоков Б2 и по двум блокам Б3 левого бокового экрана 28 и правого бокового экрана 29 и поступают в два нижних симметричных коллектора 35 и с двух симметричных сторон нижних коллекторов 35 выводятся двумя потоками за пределы котла с температурой воды 150°C и с общим расходом второго потока $1545 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Третий симметричный поток воды с расходом $1545 \text{ м}^3/\text{ч}$ и температурой 110°C с двух сторон подается в нижний коллектор 50 фронтального экрана 48, по параллельным трубам 49 поток воды поднимается до верхнего коллектора 47, из верхнего коллектора 47 поток воды поднимается по конвективным стойкам 45 с горизонтальными конвективными трубами 46 первого конвективного пакета 44 и попадает в верхний коллектор 43, из верхнего коллектора 43 по наклонным трубам 42 поток воды попадает в нижний коллектор 41 второго конвективного пакета 38, из нижнего коллектора 41 поток воды поднимается по наклонным конвективным стойкам 39 и горизонтальным конвективным трубам 40 второго конвективного пакета 38, попадает в верхний укороченный коллектор 37, из которого с двух сторон с расходом по

772,5 м³/ч перепускается в два верхних симметричных укороченных коллектора 27 до перегородок 36 двух симметричных боковых экранов 28 и 29, далее по симметричным боковым параллельным трубам 30 два потока воды опускаются в два симметричных средних укороченных коллектора 31 до перегородок 36, из двух симметричных коллекторов 31 два потока воды опускаются симметрично наклонным трубам 32 до двух симметричных верхних коллекторов 33, после которых два потока воды параллельными симметричными потоками опускаются вниз по симметричным параллельным трубам 34 левого 28 и правого боковых экранов 29 по половинкам двух симметричных блоков Б2 и двум блокам Б1 до двух нижних симметричных коллекторов 35 до перегородок 36 и с двух симметричных сторон фронтального экрана выводятся за пределы котла с температурой воды 150°С и общим расходом 1545 м³/ч. При этом в пиковом трехходовом режиме суммарный расход воды, состоящий из трех потоков, составляет 4634 м³/ч.

Изобретение подтверждается тепловыми, гидравлическими и аэродинамическими расчетами, обосновывает прирост тепловой мощности котла увеличением поверхности H_p к H до 15,9% с эффективным нагревом воды при размещении двух двухцветных экранов и установкой второго сужающегося конвективного пакета между симметричными боковыми экранами.

Два двухцветных экрана с плотно установленными трубами размещены в топке на расстоянии 1600±100 мм друг от друга и включены во входной гидравлический контур котла с температурой воды 70°С на входе, могут работать в основном и в пиковых режимах с расходом воды 1545, 3090 и 4634 м³/ч в новом водогрейном котле КВ-ГМ-125-150.

Тепловыми и гидравлическими расчетами показано, что при входной температуре воды 70°С одновременно посередине топки (теплонапряженной части топки) в первый и второй двухцветные экраны, размещенные на расстоянии 2315±100 мм от симметричных боковых экранов каждый и далее с опускающимся движением параллельных нисходящих труб со стороны тыльного и фронтальных экранов, где размещаются по восемь горелок, обеспечивается защита первых рядов труб первого конвективного пакета за счет оптимально снимаемого тепла лучистой составляющей, выделенного в топке. При этом реализуется и основной режим работы нового водогрейного котла с расходом воды 1545 м³/ч и большей тепловой мощности по сравнению с прототипами или аналогичными котлами.

Увеличение расхода воды в водогрейном котле в пиковом двухходовом режиме в два раза 3090 м³/ч и в пиковом трехходовом до 4634 м³/ч в настоящее время все больше применяется на практике.

К примеру, с общим расходом воды 4634 м³/ч по трехходовой схеме циркуляции первая треть расхода воды с расходом воды 1545 м³/ч пропускается по первому и второму двухцветным экранам, далее из которых выводится с температурой до 90°С. Вторая треть расхода воды 1545 м³/ч пропускается по восходящей по фронтальному экрану вместе с новыми конвективными пакетами фронтальной части и по нисходящей по симметричным половинам левого и правого симметричных боковых экранов. Третья треть потока с расходом воды 1545 м³/ч проходит по восходящему потоку по тыльному экрану и далее по нисходящей по симметричным половинам левого и правого симметричных боковых экранов.

При этом первая треть часть от общего потока воды через котел обязательно должна выполнять восходящее движение посередине двух двухцветных экранов с входной температурой 70°С и расходом 1545 м³/ч для увеличения количества воспринятого тепла в объеме топки и одновременной эффективной защиты труб первого конвективного пакета от высокотемпературного воздействия из топки.

Повышается надежная работа водогрейного котла с минимальными температурными перепадами, минимальными тепловыми и механическими напряжениями всех трубных экранов в топке котла. В пределах топочного объема водогрейного котла по приведенным схемам циркуляции снимается наибольшее количество тепла. Температура газов после конвективных пакетов труб снижается на 50-65°С и повышается КПД котла до 93,5%. Предлагаемый новый водогрейный котел с рассмотренными схемами циркуляции воды увеличивает тепловую эффективность работы водогрейного котла и его мощность в 1,25.

Простое увеличение расхода воды в серийных котлах с традиционными схемами циркуляции приводит к резкому росту гидравлического сопротивления и увеличению затрат электроэнергии на собственные нужды, что снижает экономичность работы котлов, без того неэкономичных и затратных водогрейных котельных со старыми котлами.

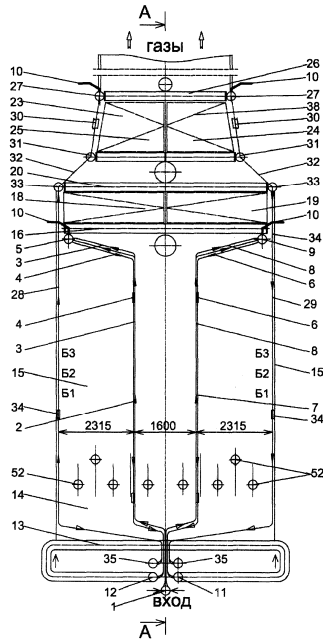
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Водогрейный котел состоит из топки с горелками, содержит фронтальной, тыльной и боковые симметричные экраны с верхними и нижними коллекторами и конвективными пакетами конвективной части, включенными по схеме циркуляции воды, отличающийся тем, что два двухцветных экрана параллельно размещены в топочном пространстве на расстоянии между собой 1600±100 мм, и каждый двухцветный экран отстоит от симметричных боковых экранов на расстоянии 2315±100 мм, причем между двухцветными экранами друг против друга с каждой стороны расположены по две горелки в нижнем ярусе, а в пространстве между каждым двухцветным экраном и симметричными боковыми экранами размещены по шесть горелок в два яруса: по три горелки с фронтальной и тыльной сторон, при этом восходящие центральные трубы и опускные трубы двухцветных экранов через одну поочередно отогнуты на 55-60° от вертикали к верхним коллекторам в верхней 0,17-0,20 части высоты первого и второго двухцветных экра-

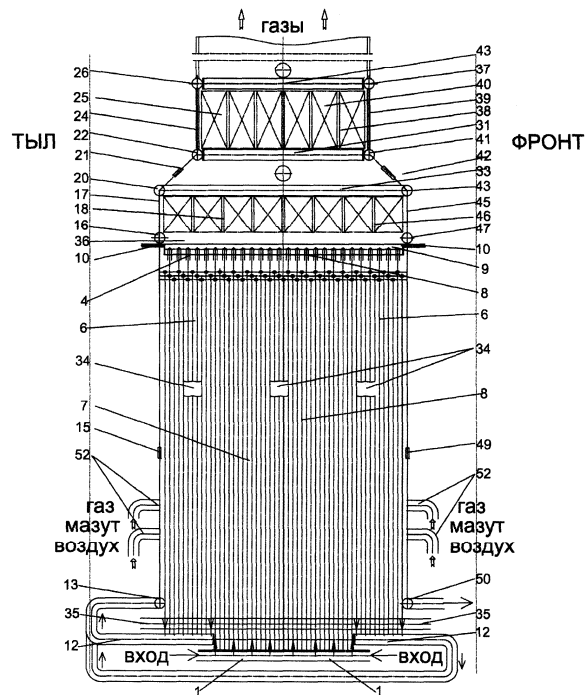
нов, при этом опускающие трубы установлены со стороны фронтального и заднего экранов, центральные трубы которых соединены в один общий нижний входной коллектор.

2. Водогрейный котел по п.1, отличающийся тем, что крайние трубы двух двухсветных экранов, размещенные со стороны фронтального и заднего экранов, соединены в нижней части котла в два отводящих коллектора, при этом второй сужающийся конвективный пакет расположен над первым конвективным пакетом и собран из наклоненных на $7-10^\circ$ от вертикали конвективных коллекторов в сторону труб конвективного пакета.

Водогрейный котел



Фиг. 1

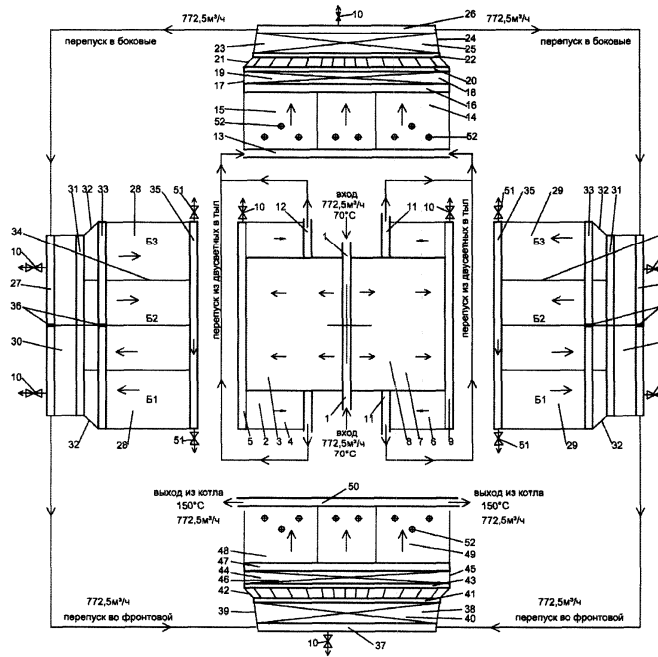
Водогрейный котел
по А-А

Фиг. 2

034013

Водогрейный котел

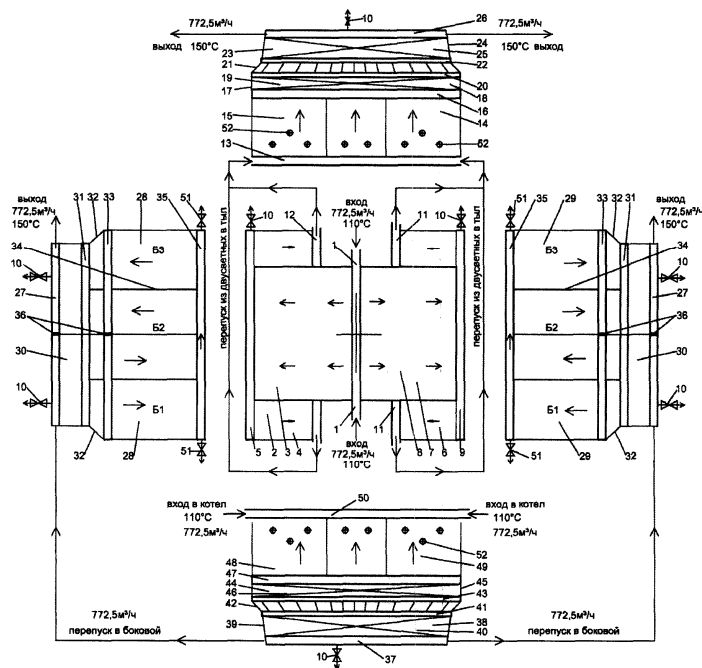
основной режим
общий расход воды 1545 т/ч



Фиг. 3

Водогрейный котел

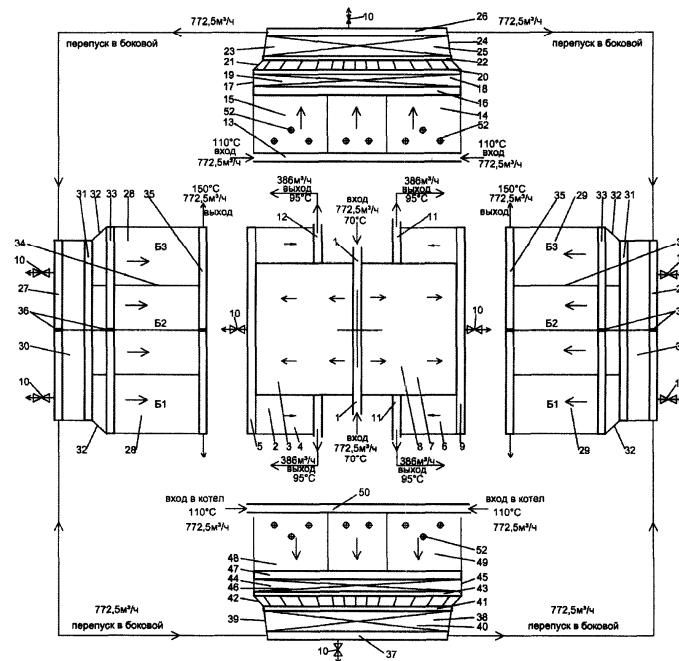
пиковый двухходовой режим
общий расход воды 3090 т/ч



Фиг. 4

034013

Водогрейный котел
пиковый трехходовой режим
общий расход воды 4634 т/ч



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2