



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2020/0173.1

(22) 13.03.2020

(45) 11.06.2021, бюл. № 23

(72) Орумбаев Рахимжан Кабиевич; Кибарин Андрей Анатольевич; Касимов Арман Салемович; Бахтияр Балжан Төрешқызы; Отынчиева Маржан Турепашовна; Кумаргазина Мадина Бакытжановна; Торгаев Абиш Алипович; Исаков Ділшат Озатұлы; Жекенов Елдос Лесбекұлы

(73) Некоммерческое акционерное общество «Алматинский университет энергетики и связи»

(56) KZ 31874, 28.02.2017

RU 157438 U1, 10.12.2015

RU 2378582 C1, 10.01.2010

(54) **ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЕЛ**

(57) Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к водогрейным котлам, предназначенным для теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых и промышленных зданий.

Водогрейный котел, содержит цилиндрическую топочную циклонную камеру и топочный экран, горелки, закранный газоход, экономайзер и воздухоподогреватель, коаксиальную наружную теплоизолированную панель, на внутренней стороне, которой размещен коаксиальный металлический тепловой излучатель, с диаметром равным диаметру внутренней стороны теплоизолированной панели и

соответствующий отношению $D_{н-изл} / D_{т-э} = 1,08 \div 1,19$, где $D_{т-э}$ – диаметр внутреннего топочного экрана. Отношение диаметра верхнего выходного сопла – пережима $D_{пер}$ к диаметру $D_{цк}$ циклонной камеры составляет $D_{пер} / D_{цк} = 0,7 \div 0,85$. Коническое днище циклонной камеры выполнено под углом $30 - 35^\circ$ от горизонтали и с леткой диаметром $D_{летки} = (0,18 \div 0,22) D_{цк}$, при этом каждая пятая и до десятой трубы днища камеры отогнуты на 10° на высоту $(0,075 \div 0,085) H_{цк}$ над днищем ближе к центру камеры и соединены с нижним коллектором. По периметру камеры на высоте $H_r = 0,8 H_{цк}$ тангенциально установлены через 120° три газомазутные горелки и три ввода с подачей $70 - 80\%$ основной части воздуха. Четыре пылеугольные горелки и четыре ввода с подачей $75 - 85\%$ воздуха от общего расхода установлены через 90° , при этом одна из пылеугольных горелок совмещена с одной газомазутной горелкой. По периметру окружности диаметром $(0,8 - 0,9) D_{т-э}$ над пережимом камеры на высоте $H_{вв} = 1,25 H_{цк}$ размещены тангенциально через 120° три ввода вторичного воздуха с подачей $30 - 20\%$ при сжигании газа и мазута и с подачей воздуха $25 - 15\%$ при сжигании твердого топлива. Конвективная часть установлена рядом с водогрейным котлом на высоте 3500 ± 700 мм от пола котельной.

Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к водогрейным котлам, которые могут быть использованы в системах централизованного теплоснабжения и предназначены для установки в отопительных и промышленно-отопительных котельных в качестве основных источников теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых, промышленных зданий и сооружений, а также на ТЭЦ в качестве источников тепла для работы в основном и пиковом режимах.

Известен водогрейный котел, выполненный в виде одно- или двухкамерной экранированной топкой цилиндрической или многогранной формы с заэкранном газоходом и размещенным в нем воздухоподогревателем, при этом газоход выполнен в виде кольцевого канала, внутренняя сторона которого образована наружной поверхностью газоплотного экрана, а наружная – внутренней поверхностью кольцевого канала воздухоподогревателя (SU №342020, МПК F24H 1/00, F24H 6/00, F22B 21/02, опубликовано: 14.06.1972, бюл.№19).

Недостатки известного водогрейного котла заключаются в конструкции котла, где холодные поверхности нагрева воздухоподогревателя установлены по всему наружному периметру и высоте топки, особенно в высокотемпературной зоне заэкранного газохода, это приводит к тому, что продукты сгорания после топки с высокой температурой передают больше тепла излучением холодной стенка воздухоподогревателя, чем обратной стороне экранов топки. Дополнительно следует учитывать низкий коэффициент теплоотдачи воздуху от стенки воздухоподогревателя в коаксиальном канале, в отличие от известных конструкций рекуперативных трубчатых воздухоподогревателей с поперечным обтеканием или регенеративных эффективных щелевых воздухоподогревателей. Поэтому у известной конструкции водогрейного котла с воздухоподогревателем из коаксиального канала низкая тепловая эффективность и низкий КПД котла соответственно.

Известен также котел с камерной топкой, который имеет установленные встречно-смещенные на стенах холодной воронки сопла нижнего дутья и расположенные выше, по меньшей мере, в один ярус тангенциально направленные к оси топки горелки, над ними топка разделена на камеру дожига и расположенную ниже камеру сгорания с газоплотным пережимом, который выполнен в виде воронки, набранной из изогнутых в виде восьмиугольников последовательно вписанных и вложенных труб, соединенных между собой проставками и включенных в тракты принудительной циркуляции котла (RU № 2648314, МПК F23C 5/32, опубликовано: 23.03.2018, бюл. №9).

Недостатки описанного известного водогрейного котла с камерной топкой состоят в том, что в камере сгорания выполненной в виде сужающейся воронки все увеличивающаяся тангенциальная крутка потока не уменьшается и не

снижается общее аэродинамическое сопротивление камеры сгорания, что в свою очередь приводит к увеличению расхода энергии на собственные нужды и снижает КПД котла.

Наиболее близким по существенным признакам к предлагаемому изобретению является водогрейный котел, принятый за прототип, содержащий цилиндрическую топочную циклонную камеру и цилиндрический топочный экран, выполненный из цельносварных трубных панелей. Коаксиальный наружный экран с параллельными трубами соединенный с коллекторами. Наружные теплоизолированные панели, образующие с коаксиальным наружным экраном с параллельными трубами заэкранный газоход. Циклонная топочная камера расположена под цилиндрической топкой и частично экранирована пережимом с отношением диаметра циклонной топочной камеры к диаметру пережима, как $D_{ц.т.к.}/D_{перезж} = 1,25$, с отношением высоты циклонной топочной камеры $H_{ц.т.к.}$ к диаметру циклонной топочной камеры $D_{ц.т.к.}$ как $H_{ц.т.к.}/D_{перезж} = 1,27$. Отношение диаметра коаксиального наружного экрана к внутреннему цельносварному топочному экрану для газомазутного котла составляет $D_{н.к.}/D_{в.т.} = 1,08 \div 1,14$, а отношение высоты топки H_t к высоте циклонной топочной камеры $H_{ц.т.к.}$ составляет $H_t/H_{ц.т.к.} = 2,5 \div 3,7$. Причем для твердотопливного водогрейного котла отношение диаметра коаксиального наружного экрана к внутреннему цельносварному топочному экрану составляет $D_{н.к.}/D_{в.т.} = 1,14 \div 1,18$, а отношение высоты топки H_t к высоте циклонной топочной камеры составляет $H_t/H_{ц.т.к.} = 2,6 \div 3,8$ и скорость дисперсного потока в заэкранном газоходу составляет от 16 м/с до 23 м/с. Циклонная топочная камера содержит четыре включенных тангенциально газомазутных или пылеугольных горелок и образует интенсивный вращающийся вихрь в верхней части циклонной камеры. Топочные газы с высокой степенью крутки выходят через пережим в цилиндрическую топку, и процесс горения топлива продолжается в объеме топки. Из объема цилиндрической топки продукты сгорания попадают в заэкранный газоход и сверху опускаются по газоходу между коаксиальным наружным экраном и наружной поверхностью цельносварной цилиндрической топки и выводятся из котла далее в отдельно расположенные конвективные поверхности нагрева (KZ №31874, МПК F24H 1/00, опубликовано: 28.02.2017, бюл. №4).

Существенными недостатками такой конструкции котла большой тепловой производительности являются низкая экономичность из-за большого удельного расхода металла труб наружного экрана воспринимающего низко потенциальное тепло только своей проекцией; низкая эффективность при работе на пылевидных низкосортных высокозольных углях или тяжелого мазута, так как в коаксиальном зазоре между наружным экраном и внутренним цельносварным топочным экраном ($D_{н.к.}/D_{в.т.} = 1,14 \div 1,18$) коксовые частицы догорают медленнее из-за «холодных»

стенок труб и большой скорости потока воды, поскольку температура «холодных» стенок труб наружного экрана и труб внутреннего топочного экрана определяются «низкой» температурой воды в трубах и лучистое тепло потока больше передается стенкам, чем расходуется на догорание коксового остатка частиц. При этом проекция поверхности стен труб, обращенная к потоку газов с высокой температурой, коаксиального наружного экрана работает с эффективностью всего 38 %, а весовые характеристики труб наружного экрана почти в 1,5 раза больше, чем у труб внутреннего цельносварного топочного экрана.

Задача изобретения является разработка экономичной конструкции водогрейного котла, обеспечивающая надежную и эффективную работу котла на любом виде топлива (природный газ, сернистый мазут, высокозольные низкосортные угли с легкоплавкой золой и шлаком) с возможностью более глубокой регулировкой мощности котла и имеющий высокий коэффициент полезного действия.

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в экономичной конструкции водогрейного котла, за счет оптимального соотношения геометрических параметров циклонной камеры и оригинальному расположению горелок и воздухопроводов, с обеспечением эффективной и надежной работе водогрейного котла на любом виде топлива (природный газ, сернистый мазут, высокозольные низкосортные угли с легкоплавкой золой и шлаком) в заявляемых пределах изменения мощности со снижением ее до 30 %, а также в повышении ремонтнопригодности и в обеспечении максимальной экологичности и, как следствие, повышении КПД.

Для достижения технического результата водогрейный котел, содержащий цилиндрическую топочную циклонную камеру и топочный экран, выполненный из цельносварных трубных панелей, коаксиальный наружный экран с параллельными трубами соединенных коллекторами, наружную теплоизолированную панель, горелки, заэкранный газоход, экономайзер и воздухоподогреватель, согласно изобретению, на внутренней стороне по периметру и высоте наружной теплоизолированной панели размещен коаксиальный тепловой излучатель выполненный в виде металлического листа, причем диаметр $D_{н.изл}$ наружного теплового излучателя соответствует диаметру внутренней стороны теплоизолированной панели и выполнен по отношению к диаметру $D_{т.э}$ внутреннего цельносварного топочного экрана, как $D_{н.изл}/D_{т.э} = 1,08 \div 1,19$, а отношение диаметра верхнего выходного сопла – пережима $D_{пер}$ к диаметру $D_{цк}$ циклонной камеры составляет $D_{пер}/D_{цк} = 0,7 \div 0,85$, при этом коническое днище циклонной камеры выполнено под углом $30 - 35^\circ$ от горизонтали и с леткой диаметром $D_{летки} = (0,18 \div 0,22)D_{цк}$, вместе с тем каждая пятая и до десятой трубы днища циклонной камеры отогнуты на 10° вверх над днищем ближе к центру камеры на высоту $(0,075 \div 0,085)H_{цк}$ и соединены с нижним входным

коллектором. По периметру на боковой трубной стенке циклонной камеры на высоте $H_r = 0,8 H_{цк}$ тангенциально установлены равноудаленные через 1200 три газомазутные горелки и три тангенциальных ввода с подачей 70 – 80 % основной части воздуха от общего расхода, а четыре пылеугольные горелки и четыре тангенциальных ввода с подачей 75 – 85 % основной части воздуха от общего расхода равноудалены через 90° , при этом одна из пылеугольных горелок совмещена с одной из газомазутных горелок. А по периметру окружности диаметром $0,8 \div 0,9 D_{цк}$ над пережимом циклонной камеры при входе в цилиндрическую топку на высоте $H_{вв} = 1,25 H_{цк}$ размещены тангенциально равноудалены через 120° три ввода вторичного воздуха с подачей 30 – 20 % при сжигании газа и мазута и с подачей воздуха 25-15 % при сжигании твердого топлива. Выносная конвективная часть установлена рядом с водогрейным котлом на высоте 3500 ± 700 мм от пола котельной.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг.1 представлен общий вид водогрейного котла с внутренней цельносварной цилиндрической топкой и с металлическим тепловым излучателем, установленным на теплоизолированной наружной панели с выносной конвективной частью.

На фиг. 2 представлено поперечное сечение по А-А по фиг. 1 цилиндрической топки водогрейного котла с металлическим тепловым излучателем, установленным на наружной теплоизолированной панели заэкранном газоходом.

На фиг. 3 представлена гидравлическая схема водогрейного котла с только восходящим движением воды по всем трубам топки и включением экономайзера по схеме противотока по фиг.1.

На фиг. 4 представлена гидравлическая схема водогрейного котла с последовательным четырем ходам движения по трубам топки и включением экономайзера по схеме противотока по фиг. 1.

Водогрейный котел содержит горизонтально расположенные конструктивные элементы:

- 1-нижний входной коллектор циклонной камеры;
- 2-нижние трубы днища циклонной камеры;
- 3-средний перепускной коллектор пережима;
- 4-верхний коллектор цилиндрической топки котла;
- 5-три равноудаленные тангенциальные газомазутные горелки;
- 6-три равноудаленные тангенциальные воздухопроводы основного воздуха;
- 7-четыре равноудаленные через 90° щелевые пылеугольные горелки;
- 8-четыре равноудаленные тангенциальные воздухопроводы основного воздуха;
- 9-выносная конвективная часть экономайзера;
- 10-входной коллектор экономайзера;
- 11-выходной коллектор экономайзера;
- 12-перепускной коллектор экономайзера в циклонную камеру.

13-входной короб холодного воздуха воздухоподогревателя;

14-выходной короб нагретого воздуха воздухоподогревателя;

28-нижний выходной патрубок при четырех ходовом движении воды;

30-вторичное дутье воздуха;

31-газоход котла.

Вертикально расположенные элементы водогрейного котла:

15-циклонная камера;

16-трубы цельносварной циклонной камеры;

17- внутренний цельносварной топочный экран;

18-трубы внутреннего цельносварного топочного экрана;

19-металлический тепловой излучатель наружной теплоизолированной коаксиальной панели;

20-выносная конвективная часть воздухоподогревателя;

21-выходной коллектор внутреннего цельносварного топочного экрана;

22-перпускной короб нагретого воздуха;

23-дренажные патрубки;

24-воздухоотводящие патрубки;

25-летка для жидкого шлакоудаления из циклонной камеры;

26-три равноудаленных через 120° ввода вторичного воздуха в топочный экран под углом $30-35^{\circ}$;

27-перегородки в коллекторах при четырех ходовом движении воды;

29-несущий каркас котла, на котором подвешена вся трубная часть котла с металлическим излучателем 19 теплоизолированной панели.

Водогрейный котел содержит: цилиндрическую топку размещенную над циклонной камерой и состоящую из внутреннего цельносварного топочного экрана диаметром $D_{в.т.э.}$; корпус теплоизолированного наружного цилиндрического теплового излучателя диаметром $D_{н.изл.}$, внутренняя поверхность которого выполнена металлической с возможностью максимального теплового излучения на наружную поверхность внутреннего цельносварного экрана.; цельносварную циклонную камеру 15, которая образована нижним входным коллектором 1, нижними трубами днища 2, средним перепускным коллектором верхнего выходного сопла – пережима 3, с тангенциальными газомазутными горелками 5, воздуховодами 6, щелевыми пылеугольными горелками 7 с воздуховодами 8, трубами 16 и размещенную под внутренним цельносварным топочным экраном 17 с трубами 18, при этом диаметр циклонной камеры $D_{цк}$ по отношению к диаметру верхнего выходного сопла - пережима $D_{пер}$ составляет $D_{пер}/D_{цк} = 0,7 - 0,85$; цилиндрическую топку состоящую из внутреннего цельносварного топочного экрана диаметром $D_{в.т.э.}$ и размещенную над циклонной камерой; металлический тепловой излучатель наружной теплоизолированной коаксиальной панели 19, расположенный на

внутренней стороне по периметру и высоте теплоизолированной панели, при этом диаметр $D_{н.изл.}$ наружного теплового излучателя соответствует диаметру внутренней стороны теплоизолированной панели и выполнен по отношению к диаметру $D_{т.э.}$ цельносварного топочного экрана 17, как $D_{н.изл.}/D_{т.э.} = 1,08 \div 1,19$, а диаметр $D_{пер}$ пережима 3 к диаметру $D_{цк}$ циклонной камеры 15, как $D_{пер}/D_{цк} = 0,7 \div 0,85$; коническое днище циклонной камеры состоит из нижних труб 2 часть из которых выполнены под углом $30-35^{\circ}$ к горизонтали, а каждая пятая по десятой трубе днища 2 отогнуты на 10° вверх над днищем ближе к центру камеры на высоту $(0,075 \div 0,085)H_{цк}$ от днища с диаметром летки 25 $D_{летки} = (0,18 \div 0,22)D_{цк}$; по периметру на боковой трубной стенке циклонной камеры тангенциально установлены три тангенциальные газомазутные горелки 5 через 120° и четыре равноудаленные щелевые пылеугольные горелки 7 через 90° ; воздуховоды 6, через которые подается 70 – 80 % основного воздуха от общего количества на три газомазутные горелки 5 и 75 – 85 % - на четыре щелевые пылеугольные горелки 7; три равноудаленные ввода 26 вторичного воздуха размещены через 120° под углом $30^{\circ}-35^{\circ}$ по периметру окружности диаметром $(0,8 \div 0,9) D_{цк}$ над пережимом 3 циклонной камеры 15 при входе в цилиндрическую топку 17, подают 30 – 20 % вторичного воздуха на газомазутные горелки и 25 – 15 % на щелевые пылеугольные горелки; экономайзер с выносной конвективной частью, включающий входной коллектор 10, выходной 11 и перепускной коллектор 12 в циклонную камеру; воздухоподогреватель с выносной конвективной частью, включающий входной короб холодного воздуха 13, выходной короб нагретого воздуха; летка 25 для жидкого шлакоудаления из циклонной камеры.

Водогрейный котел по фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3 и фиг. 4 работает следующим образом.

По газо-воздушному тракту котла схема движения выполняется таким образом: природный газ, тяжелый сернистый мазут или высокозольный низкосортный уголь с легкоплавкой золой и шлаком, с основным подогретым воздухом со скоростью до 35 м/с, для газа и мазута (70 – 80 %) и для низкосортного угля (75 – 85%) подаются в тангенциальные горелки 5, 7 и воздух в 6, 8 расположенные равномерно по периметру циклонной камеры 15, в которой происходит интенсивное горение с высокой температурой с номинальной тепловой форсировкой сечения циклонной камеры до $17,5 \times 10^6$ (Вт/м²), которое предотвращает доокисление сернистого ангидрида SO_2 до серного ангидрида SO_3 и полностью устраняет образование серной кислоты в уходящих газах, при сжигании угля с легкоплавкой золой и шлаком высокая температура в объеме циклонной камеры 15 и на стенках расплавляет золу и шлак, стекающий по нижним трубам днища 2 циклонной камеры с последующим удалением через летку 25 в приемник шлака, при этом высокотемпературные газы через пережим окаймленный средним

перепускным коллектором 3 поступают во внутренний цельносварной топочный экран 17 состоящий из цельносварных труб 18 и с добавкой вторичного воздуха 30, продолжают вращаться и поднимаются до верхнего коллектора цилиндрической топки 4, в нижней части топочного экрана 17 через три равноудаленных ввода 26 подается вторичный воздух со скоростью до 80 м/с в количестве от 20 до 30 % от теоретически необходимого воздуха V_0 основного количества воздуха под углом 30-35°, далее газы, огибая верхний коллектор 4 попадают в коаксиальный заэкраный газоход, образованный внешней стороной цельносварного топочного экрана 17 и внутренней стороной металлического теплового излучателя наружной теплоизолированной панели 19, высокотемпературные продукты сгорания обтекают 100 % обратной поверхности труб 18 внутреннего цельносварного топочного экрана 17, а металлический тепловой излучатель, нагретый до высокой температуры излучает радиационное тепло на поверхность труб 18 добавляя 9 – 12 % тепла к конвективной составляющей, получаемой от газового потока, затем газы опускаются по заэкранному газоходу, продолжая вращение до пережима, образованного средним перепускным коллектором 3 и после перепускного газохода котла 31, газы поднимаются вверх и последовательно поступают в выносную конвективную часть экономайзера 9 и далее в выносную конвективную часть воздухоподогревателя 20 и после него продукты сгорания с температурой порядка до 140 – 155°C, при номинальной тепловой мощности водогрейного котла выводятся за пределы котла.

Гидравлическая схема водогрейного котла, с выносной конвективной частью экономайзера представленная на фиг. 1 и фиг. 3 работает в основном режиме только с подъемным движением воды, по противоточной схеме следующим образом.

Вода подается во входной коллектор 10 экономайзера со стороны выхода продуктов сгорания из экономайзера (схема противотока теплоносителей) и проходит противотоком в трубах экономайзера до выходного коллектора 11 экономайзера со стороны входа продуктов сгорания в экономайзер, далее по перепускному коллектору 12 экономайзера поток воды подается в нижний входной коллектор 1 циклонной камеры 15 и поднимается по всем цельносварным нижним трубам 2 до среднего перепускного коллектора 3 верхнего выходного сопла циклонной камеры 15 и пережима, затем поток воды поднимается по всем трубам 18 внутреннего цельносварного экрана 18 и поступает в верхний коллектор 4 внутреннего цельносварного топочного экрана 18 и выводится из водогрейного котла через выходной коллектор 21 внутреннего цельносварного топочного экрана 18 за пределы водогрейного котла и подается в систему отопления.

Гидравлическая схема водогрейного котла с циклонной камерой при работе на любом виде топлива: природном газе, тяжелом сернистом мазуте и низкосортном высокозольном угле с легкоплавкой

золы и шлаком надежно работает и в режиме в четыре хода воды, но с меньшим расходом воды через водогрейный котел по схеме на фиг. 1 и фиг. 4 следующим образом.

Вода подается во входной коллектор 10 экономайзера со стороны выхода продуктов сгорания из экономайзера (схема противотока теплоносителей) и проходит противотоком в трубах экономайзера до выходного коллектора 11 экономайзера со стороны входа продуктов сгорания в экономайзер, далее по перепускному коллектору 12 экономайзера поток воды подается в нижний входной коллектор 1 между двумя перегородками 27 размещенными под углом 90° друг к другу и по четвертой части труб 2 циклонной камеры 15 поднимается до четвертой части среднего перепускного коллектора 3 выходного пережима между перегородками 27 (фиг. 4), затем поток воды поднимается по четверти труб 18 внутреннего цельносварного экрана 17 и поступает в половину труб верхнего коллектора 4 внутреннего цельносварного топочного экрана 17 и перепускается в следующую четверть труб 18 до перегородки 27, после этого поток воды опускается по четверти труб 18 до среднего перепускного коллектора 3 выходного пережима между перегородками 27 и опускается ниже по четверти труб циклонной камеры 15 до нижнего входного коллектора 1 между перегородками 27 (фиг. 4) и перепускается в третью часть труб 2 до перегородки 27 и далее поток воды поднимается по третьей четверти труб до среднего коллектора 3 выходного пережима между перегородками 27, из среднего коллектора 3 выходного пережима поток воды по третьей четверти труб 18 поднимается до верхнего коллектора 4 внутреннего цельносварного экрана 17 между перегородками (фиг. 4) и перепускается в четвертую четверть труб 18 по которым опускается вниз до среднего коллектора 3 выходного пережима между перегородками 27 и по четвертой четверти труб 2 циклонной камеры 15 опускается до нижнего входного коллектора 1 между перегородками 27 и нижним выходным патрубком 28 поток воды выводится из котла в систему теплоснабжения в пределах котельной или ТЭЦ. При этом выходной коллектор 21 в верхнем коллекторе 4 топочного экрана 17 находится в закрытом состоянии или может быть использован при удалении воздуха из системы водогрейного котла и циклонной камеры или при проведении промывки трубной системы котла в целом.

Гидравлическая схема циркуляции воды в водогрейном котле обеспечивает только восходящее движение воды по всем трубам внутренней цилиндрической топки и по трубам выносной конвективной части экономайзера, где температурный уровень газов ниже и составляет от 600 до 400°C, при этом поток воды направлен по эффективной противоточной схеме, повышая надежность и эффективность работы котла на любом виде топлива.

В водогрейном котле более 95% поверхности труб, работающих под давлением, размещено в зоне

с высокой температурой, а 5% поверхности труб размещены в конвективной части котла с низкой температурой и обращены в сторону наружного ограждения.

Экономичность конструкции обусловлена тем, что водогрейный котел имеет минимальный удельный расход металла на единицу вырабатываемой мощности за счет максимального использования поверхностей труб внутреннего цельносварного топочного экрана наружного цельносварного топочного экрана, за счет установки коаксиального металлического теплового излучателя теплоизолированной панели, которая обеспечивает нагрев до высокой температуры излучаемым радиационным теплом на поверхность труб, добавляя 9 – 12 % тепла к конвективной составляющей, с возможностью более глубокой регулировки мощности котла.

Новая конфигурация расположения труб конического днища циклонной камеры, позволяют своим выступом снижать тангенциальную скорость потока у днища циклонной камеры и уменьшать разрежение в центре циклонной камеры над леткой, снижая присосы холодного воздуха в циклонную камеру из приемника жидкого шлака. Дополнительное размещение перегородок 27 в коллекторах: нижнем входном 1, среднем пережиме 3 и в верхнем коллекторе 4 в порядке, определенном на фиг.4 с нижним выходным патрубком 28 позволяет организовать в котле четыре хода движения воды с увеличенной скоростью воды в трубах 18 цельносварного топочного экрана с расширением диапазона количественного регулирования тепловой мощностью водогрейного котла.

Заявляемая конструкция водогрейного котла с циклонной камерой обеспечивает качественное и экологически приемлемое сжигание в циклонной камере природного газа, тяжелого сернистого мазута с достижением низкой температуры росы и отсутствием сернокислотной коррозии и высокотемпературных низкосортных углей с легкоплавкой золой и шлаком с максимальной степенью улавливания золы и шлака (до 95 %) в виде жидкого расплавленного шлака с удалением расплава из нижней части циклонной камеры и позволяет достичь максимальную экологичность.

Изобретение обосновано тепловыми, аэродинамическими и гидравлическими расчетами водогрейного котла с циклонной камерой, с заэкраным газоходом, с металлическим тепловым излучателем и выносной конвективной частью (экономайзер - воздухоподогреватель). Расчеты основаны на экспериментах с подтверждением эффективного сжигания сернистых мазутов, высокую степень улавливания золы и шлака в пределах циклонной камеры углей с легкоплавкой золой и шлаком, высокую тепловую эффективность цельносварных экранов со 100% использованием поверхности труб и тепловыми излучателями, снижение температуры уходящих газов за котлом на трех видах топлива, увеличение КПД котла и

снижение удельного расхода металла на единицу мощности котла.

На основании расчетов выявлено, что экономия расхода металла в заводской поставке по сравнению с водогрейным котлом серии ПТВМ-100 составляет порядка 45 тонн. Удельный расход металла водогрейного котла КВТК-100 при камерном сжигании угольной пыли составляет 5,73 т/Гкал, у нового цилиндрического в плане угольного котла с выносной конвективной частью (экономайзер - воздухоподогреватель) и пылевидным сжиганием угля составляет до 2,7 т/Гкал.

Новый профиль котла исключает применение конвективных пучков труб непосредственно над топочным пространством, как у ПТВМ-100 или в опускной конвективной шахте вплотную к тыльной стенке котла, как у КВ-ГМ-100 при сжигании природного газа и мазута, или КВТК-100 при камерном сжигании угля и больших концентрациях золы, проходящих по трубам воздухоподогревателя и обтекающих пучки труб экономайзера, которые создают эксплуатационные и ремонтные неудобства и увеличивают затраты на ремонт. Установка выносного конвективного блока (экономайзер – воздухоподогреватель) при сжигании газа, мазута или низкосортного высокотемпературного угля с легкоплавкой золой и жидким удалением шлака и золы из циклонной камеры существенно сокращает выбросы твердых частиц, а межремонтный период и срок службы конвективной части увеличивается. Расположение выносной конвективной части рядом с новым водогрейным котлом на небольшой высоте 3500 ± 700 мм от пола котельной упрощает монтаж конструкции, а обслуживание, эксплуатация и ремонт более удобны.

Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет обеспечить:

- эффективное сжигание природного газа в пределах номинальной мощности водогрейного котла от 30 % и до 100 % путем сохранения высокой интенсивности горения в пределах циклонной топки и цилиндрической топки;

- эффективное сжигание сернистых мазутов (до 2 - 3% серы) в форсированной циклонной камере с высокотемпературной обработкой серного ангидрида SO_3 (образующий с парами воды серную кислоту) до сернистого ангидрида SO_2 , который в обычных условиях не конденсируется и позволяет надежно снижать температуру точки росы до 50 - 70°C в уходящих газах;

- эффективное сжигание в циклонной камере высокотемпературных низкосортных твердых топлив с легкоплавкой золой и шлаком с высокой степенью улавливания золы и шлака (до 95 %) в виде жидкого расплавленного состояния и удалении расплава шлака из нижней части циклонной камеры под топкой;

- эффективное использование обратной стороны стенок труб внутреннего цельносварного топочного экрана с использованием по всему периметру и высоте топки котла металлического высокотемпературного теплового излучателя

наружной теплоизолированной панели существенно увеличивающего радиационную составляющую на 9-12% к конвективному восприятию обратной стороной труб цельносварного внутреннего экрана;

- эффективное использование наружного цилиндрического теплового излучателя с высокой температурой стенки дополнительно увеличивает дожигание коксовых остаточных фрагментов после цилиндрической топки.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

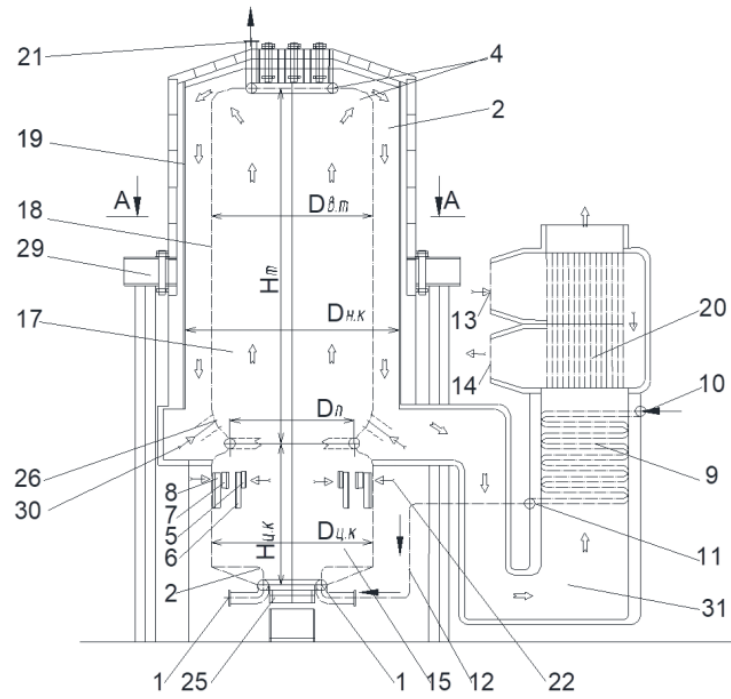
1. Водогрейный котел содержит цилиндрическую топочную циклонную камеру и топочный экран, выполненный из цельносварных трубных панелей, коаксиальный наружный экран с параллельными трубами соединенных коллекторами, наружную теплоизолированную панель, горелки, заэкраный газоход, экономайзер и воздухоподогреватель, *отличающийся* тем, что на внутренней стороне по периметру и высоте наружной теплоизолированной панели размещен коаксиальный тепловой излучатель выполненный в виде металлического листа, причем диаметр $D_{н.изл}$ наружного теплового излучателя соответствует диаметру внутренней стороны теплоизолированной панели и выполнен по отношению к диаметру $D_{т.э}$ внутреннего цельносварного топочного экрана, как $D_{н.изл}/D_{т.э} = 1,08 \div 1,19$, а отношение диаметра верхнего выходного сопла – пережима $D_{пер}$ к диаметру $D_{цк}$ циклонной камеры составляет $D_{пер}/D_{цк} = 0,7 \div 0,85$, при этом коническое днище циклонной

камеры выполнено под углом $30 - 35^\circ$ от горизонтали и с леткой диаметром $D_{летки} = (0,18 \div 0,22)D_{цк}$, а каждая пятая и до десятой трубы днища циклонной камеры отогнуты на 10° вверх над днищем ближе к центру камеры на высоту $(0,075 \div 0,085)H_{цк}$ и соединены с нижним входным коллектором.

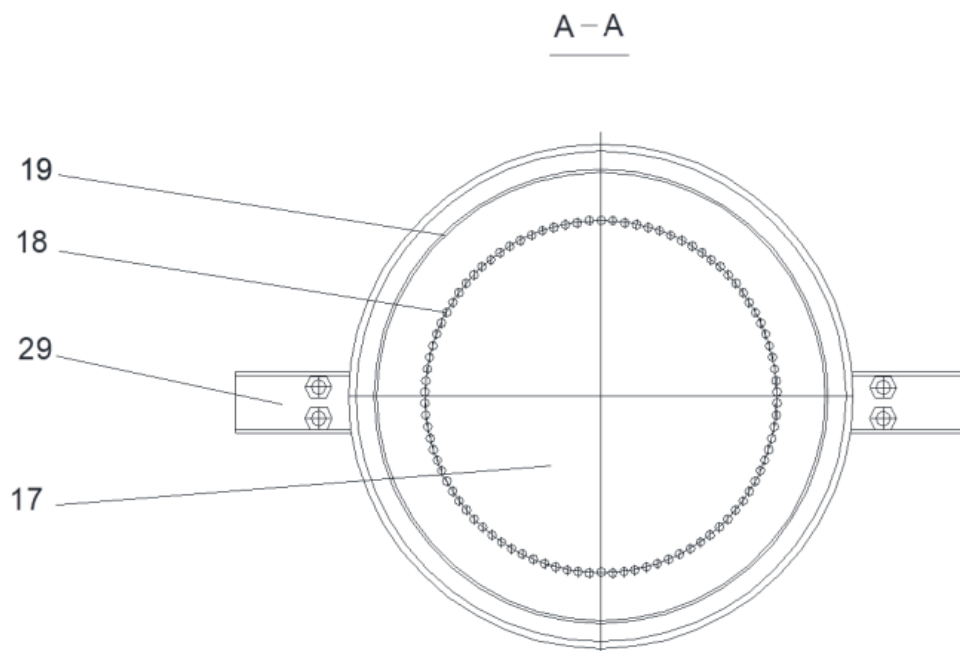
2. Водогрейный котел по п.1, *отличающийся* тем, что по периметру на боковой трубной стенке циклонной камеры на высоте $H_r = 0,8 H_{цк}$ тангенциально установлены равноудаленные через 120° три газомазутные горелки и три тангенциальных ввода с подачей 70 - 80 % основной части воздуха от общего расхода, а четыре пылеугольные горелки и четыре тангенциальных ввода с подачей 75 - 85 % основной части воздуха от общего расхода равноудалены через 90° , при этом одна из пылеугольных горелок совмещена с одной из газомазутных горелок.

3. Водогрейный котел по п.1, *отличающийся* тем, что по периметру окружности диаметром $0,8 \div 0,9 D_{цт}$ над пережимом циклонной камеры при входе в цилиндрическую топку на высоте $H_{вв} = 1,25 H_{цк}$ размещены тангенциально и равноудалены через 120° три ввода вторичного воздуха с подачей 30 - 20 % при сжигании газа и мазута и с подачей воздуха 25-15 % при сжигании твердого топлива.

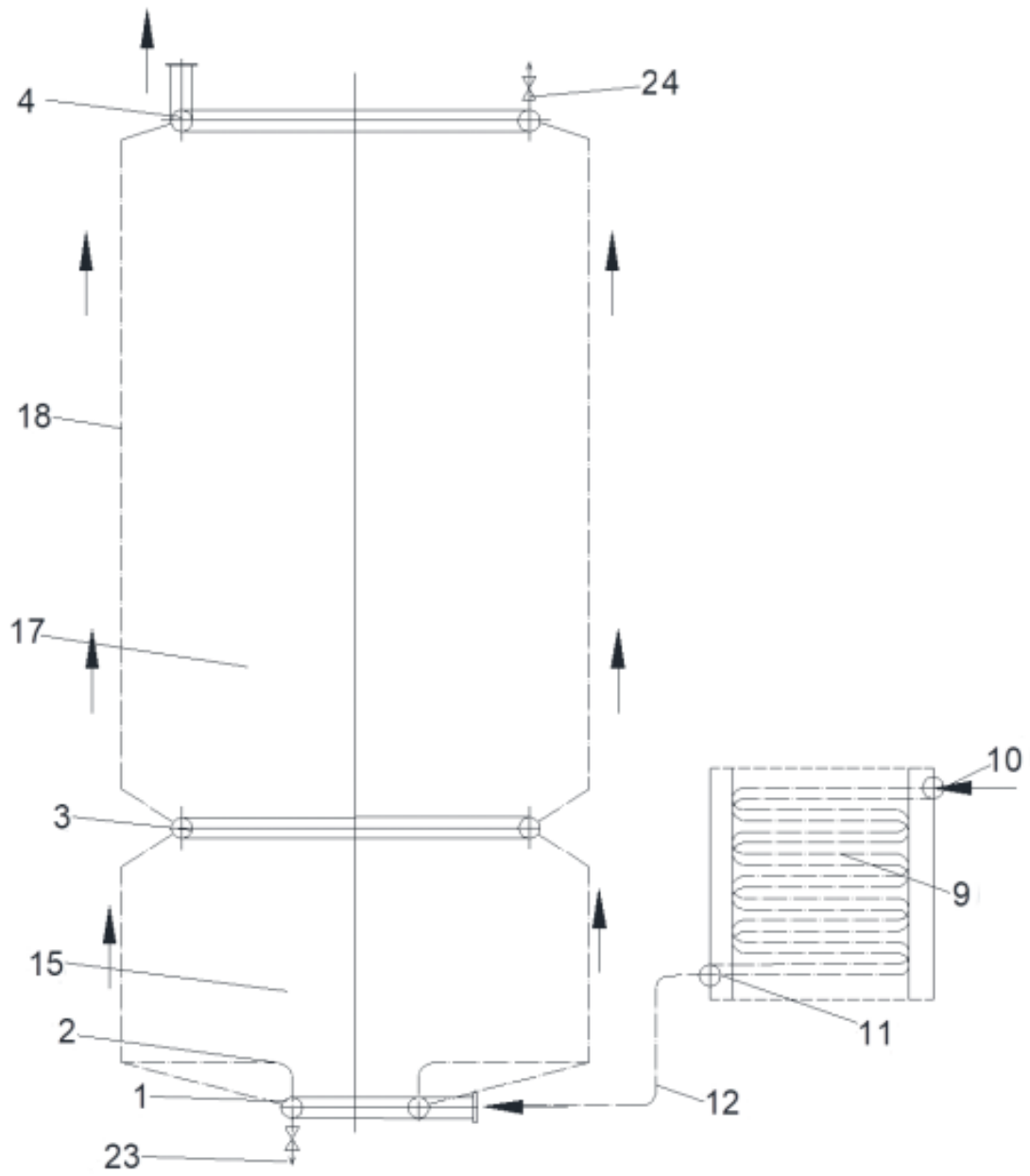
4. Водогрейный котел по п.1, *отличающийся* тем, что выносная конвективная часть установлена рядом с водогрейным котлом на высоте 3500 ± 700 мм от пола котельной.



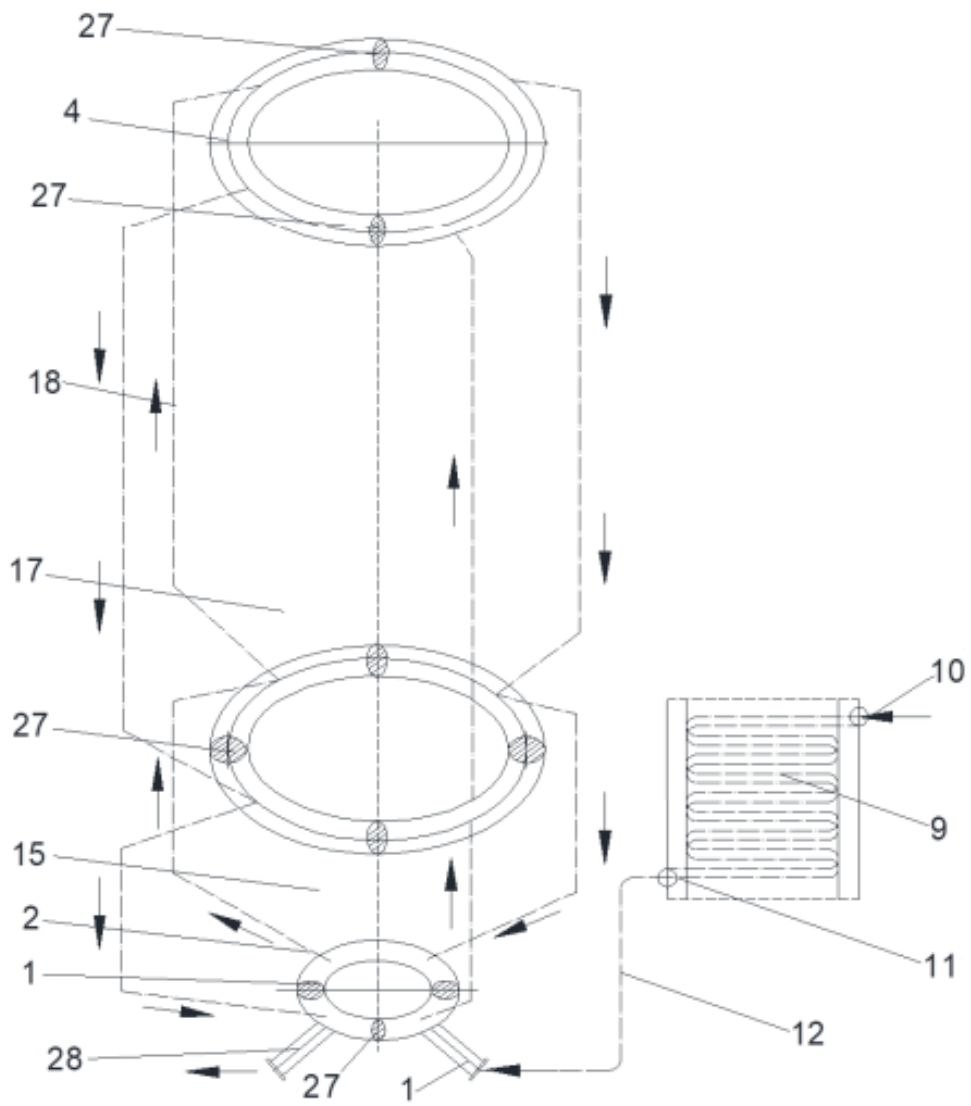
Фигура 1



Фигура 2



Фигура 3



Фигура 4

Верстка Э. Жетписбаева
 Корректор Б. Омарова