

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201900526** (13) **A2**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.04.30

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

(22) Дата подачи заявки
2019.10.22

(54) ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЕЛ

(31) 2018/0713.1

(32) 2018.10.09

(33) KZ

(96) KZ2019/079 (KZ) 2019.10.22

(71) Заявитель:
**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ
ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА" (KZ)**

(72) Изобретатель:

**Орумбаев Рахимжан Кабиевич,
Кибарин Андрей Анатольевич,
Орумбаева Шолпан Рахимжановна,
Касимов Арман Салемович,
Сейдалиева Айганым Булаткызы
(KZ)**

(74) Представитель:

Авхадиева Ф.Р. (KZ)

(57) Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к водогрейным котлам, и может быть использовано в системах децентрализованного теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых и промышленных зданий и комплексов. Водогрейный котел содержит колосниковую решетку, призматическую топку, состоящую из параллельно расположенных труб, собранных вместе с коллекторами в боковые, фронтальной, потолочный, тыльный экраны и совмещенной конвективной частью, при этом колосниковая решетка выполнена комбинированной и включена последовательно после гидравлического контура котла и состоит из разряженных охлаждаемых водой труб, расположенных на расстоянии друг от друга 138-140 мм, а между ними, ниже оси труб, размещены утопленные на 20-22 мм наборные уголкового колосники. Количество параллельных труб цельносварного внутреннего экрана в каждом ходе воды увеличивается на 10-12% при удалении от высокотемпературной области вокруг факела над слоем в топке и далее в конвективном наружном двусветном экране количество труб увеличивается на 10-12% при опускном движении воды и приближении к газоходу и выходу газов из котла.

A2

201900526

201900526

A2

ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЕЛ

Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к водогрейным котлам и может быть использовано в системах децентрализованного теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых и промышленных зданий и комплексов.

Известны твердотопливные водогрейные котлы, работающие на твердом топливе с номинальным расходом воды 52 м³/час через котел КВ-Р-1,5-95 и 86,1 м³/час через котел КВ-Р-2,5-95 и температурным графиком 70-95 °С. При увеличении расхода воды больше номинального в два раза 104 м³/час и 172,2 м³/час, в указанных котлах гидравлическое сопротивление котла возрастает более, чем в два раза 0,55 МПа (5,5 кгс/см²), что неприемлемо из эксплуатационных и экономических соображений. Применяемые в котлах малой тепловой производительности механические топki ТЛО 0,8/3,0 и ТЛО 1,5/3,0 с колосниковыми полотнами или охлаждаемые водой вместо чугунных колосников - стальные трубы диаметром до 60×5 мм и шагом расположения до 64 мм с шурующей планкой часто запотевают из-за конденсации при забросе холодного смерзшегося угля и быстро подвергаются коррозии. При этом, низкая температура воды, подводимая к охлаждаемым водой колосникам при изменениях нагрузки котла позволяет заносить стенки труб смолистыми отложениями. Поэтому при сжигании рядовых каменных и бурых углей необходимо уменьшить провал и увеличить температуру в нижней части горящего слоя угля на колосниковом полотне для увеличения эффективности сжигания на всех стадиях горения угля. Одновременно с этим необходимо проводить активную шуровку горящего по глубине слоя над колосниковым полотном, что не производится в указанных водогрейных угольных котлах с приведенными механическими топками. (Справочник по котельным установкам малой производительности/Под ред. К. Ф. Роддатиса. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с. ил. Каталог для проектирования котельных. Том 1, 5-е издание, 2007г. с.20-21 и 56.; ОАО «Дорогобужкотломаш» (www.dkm.ru); ОАО «Бийский котельный завод» (www.bikz.ru).

Основными недостатками таких конструкций и круговых схем циркуляции воды (вода последовательно обходит по экранам вокруг топки котла) в водогрейных котлах KB-P-1,5-95 и KB-P-2,5-95 являются недостаточная радиационная поверхность $H_p = 16,9 \text{ м}^2$ и $23,3 \text{ м}^2$ и объем топочной камеры $V_t = 7,1 \text{ м}^3$ и $11,7 \text{ м}^3$ соответственно. Так как при работе котлов на рядовых каменных и увлажненных углях снижается эффективность сжигания и дожигания коксового остатка в пределах малого топочного пространства и соответственно снижается надежность котла. Основной причиной ограничения пропускной способности воды через котел является последовательное движение воды по всем экранам котла и, особенно по отдельным конвективным стойкам с трубами. Вынос большого количества сажевых недогоревших угольных частиц и их плотное оседание на трубные поверхности, объясняет недостаточный уровень тепловой эффективности конвективных загрязненных стенок труб так, как очистка конвективных труб в водогрейных котлах производится ГУВ-38 (ударные волны) с не достаточно высоким качеством, как показывает длительная практика работы угольных котлов.

Наиболее близким по технической сущности изобретением является водогрейный котел серии КСВр-0,83, состоящий из параллельно расположенных труб, соединенных с коллекторами, имеющими перегородки, и собранных в топочный экран с первым и вторым коллекторами, наружного, потолочного и фронтального экранов. Водогрейный котел содержит слоевую колосниковую решетку, а патрубок подачи воды подсоединен к тыльному коллектору потолочного экрана. При этом фронтальный экран имеет ступенчатый коллектор, через стойку подсоединенный к перепускному патрубку, соединенному с первым коллектором топочного экрана, причем ступенчатый коллектор, стойка и перепускной патрубок образуют загрузочный проем для подачи твердого топлива. (Патент РК №18796, МПК F24Н 1/00, опубликовано 17.09.2007 г., бюл. №9).

Существенным недостатком водогрейного котла серии КСВр, является расположение на месте нижнего экрана колосниковой решетки из чугуновых колосников. При сжигании рядовых каменных и бурых углей с преобладанием мелочи менее 6 мм более 60 % и активной периодической шуровке слоя, приводит

к существенному провалу угольной мелочи под колосниковую решетку сквозь прямые отверстия в колосниках и зазорах между колосниками и увеличению механического недожога q_4 до 20 % и более. Недостатком схемы циркуляции воды прототипа является организация подачи холодной воды в потолочный и фронтальной цельносварные экраны над слоем горения с высокой скоростью воды и пятью ходами воды. Большая скорость воды до 2,4 м/с в трубах потолочного и фронтального экранов не успевает нагреть ее и часто приводит к конденсации стенок холодных труб и прилипания частичек сажи по периметру потолочного экрана. Расчеты показывают, что в потолочном и фронтальном экране значения скорости холодной воды в трубах могут быть снижены до 1,4 – 1,6 м/с и обеспечить надежную работу экранов и повысить температуру воды. Длительная эксплуатация водогрейных котлов серии КСВр показала, что перегреваются незащищенные от провала через отверстия колосников горячей угольной мелочи колосниковые балки и внутренние стенки короба газохода, приводящие к существенному увеличению температуры уходящих газов и соответственно низкий КПД котла.

Задача изобретения – разработка нового водогрейного котла, обеспечивающего экономичную работу колосниковой решетки с минимизацией провала, глубокой шуровкой и эффективную работу топочных экранов при изменении режимов работы по нагрузке в основном отопительном режиме с расходом воды при нагрузках от 20% и до 120% от номинальной тепловой мощности для водогрейных котлов мощностью от 230 кВт и до 0,99 МВт, с высоким КПД.

Техническими результатами, достигаемыми при использовании заявляемого изобретения, являются:

- повышение тепловой эффективности топочных экранов;
- оптимальная гидравлическая схема, позволяющая эффективно работать на рядовых каменных и бурых углях;
- экономичная и надежная работа колосниковой решетки с минимизацией провала, глубокой шуровкой и качественной регулировкой расхода воды в охлаждаемых трубах решетки;

- возможность изменять и реализовывать оптимальный профиль котла в зависимости от конкретного вида сжигаемого топлива;
- отсутствие конденсации на стенках разряженных охлаждаемых труб решетки;
- удобство и простота в обслуживании котла в условиях эксплуатации;
- повышение ремонтпригодности котла и колосниковой решетки.

Для достижения технического результата водогрейный котел, содержит колосниковую решетку, призматическую топку, состоящую из параллельно расположенных труб, соединенных с коллекторами и собранных вместе с коллекторами в боковые, фронтальной, потолочный, тыльный экраны и совмещенной конвективной частью, *согласно изобретению* колосниковая решетка выполнена комбинированной и включена последовательно после гидравлического контура котла и состоит из разряженных охлаждаемых водой труб расположенных на расстоянии друг от друга 138 – 140 мм, а между ними ниже оси труб, размещены **утопленные** на 20 – 22 мм наборные уголкового колосники с шириной стороны до 63 мм с дутьевыми отверстиями до 7 мм на каждой стороне уголкового колосника и выполненные под углом 45° к вертикали по всей длине труб и зафиксированы на опорных уголках фиксирующими шпильками между ограничителями, при этом наборные уголкового колосники изготовлены из стального уголка или из уголка серого чугуна, а комбинированная колосниковая решетка с разряженными охлаждаемыми водой трубами опирается на внутренние стенки короба газохода с фронтальной стороны фронтовым нижним коллектором, а с тыльной стороны тыльным нижним коллектором, при этом крайние, разряженные охлаждаемые водой трубы комбинированной колосниковой решетки, с левой и правой стороны расположены на расстоянии 67 – 75 мм от оси нижней трубы U – образного внутреннего цельносварного экрана; цельносварной Г – образный потолочный и фронтальной экран вместе с охлаждаемой рамой загрузочной дверки соединен с правой стороны верхним входным патрубком, а с левой стороны левым верхним продольным боковым коллектором соединен с левым наружным фронтовым коллектором, при этом с правой нижней стороны фронтальной правый наружный коллектор соединен фронтовым перепускным коллектором с правым внутренним фронтовым коллектором, а выходной патрубок из котла

соединен с правой верхней стороны с правым внутренним фронтальным коллектором, при этом параллельные трубы конвективного наружного двусветного U - образного экрана смещены вертикально вверх на половину продольного шага от труб цельносварного внутреннего топочного U - образного экрана и расположены от них на равном расстоянии по всему U - образному периметру труб конвективного наружного двусветного экрана, как и от наружной теплоизолированной стенки излучателя и вместе с коробом газохода образуют твердотопливный водогрейный котел; количество параллельных U - образных труб в цельносварном внутреннем экране в каждом ходе увеличивается на 10-12% при движении воды вверх от высокотемпературной области вокруг факела над горящим слоем в топке и увеличивается в конвективном наружном двусветном U - образном экране на 10 -12 % при нисходящем движении продуктов сгорания в конвективной части с наружной части топки.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг.1 представлена гидравлическая схема с последовательным включением после водогрейного котла комбинированной колосниковой решетки с разряженными охлаждаемыми водой трубами с утопленными наборными уголковыми колосниками и разнесенными для наглядности экранами.

На фиг.2 представлено поперечное сечение комбинированной колосниковой решетки с разряженными охлаждаемыми водой трубами и утопленными между трубами уголковыми колосниками по А-А по фиг.1 и общий вид колосника.

На фиг.3 представлено продольное сечение колосниковой решетки по вертикальной плоскости между разряженными охлаждаемыми водой трубами посередине утопленных уголковых колосников по Б-Б по фиг.1.

На фиг.4 представлен общий вид твердотопливного водогрейного котла по фиг.1 с комбинированной колосниковой решеткой, с загрузочной дверкой, с дутьевым окном, с газоходом и частью съемного теплоизолированного кожуха теплового излучателя.

Водогрейный котел содержит элементы, размещенные горизонтально: комбинированную колосниковую решетку 1, разряженные охлаждаемые водой

трубы 2, утопленные уголкового наборные колосники 3, опорные уголки 4, фиксирующие шпильки 5, колосниковый нижний фронтальный коллектор 10, нижний тыльный коллектор 11, перепускной патрубок 12 в систему, правый входной патрубок в котел 13, правый верхний боковой продольный коллектор 14, верхний тыльный коллектор 15, параллельные трубы 16 потолочного экрана 17, средний фронтальный коллектор 19, нижний фронтальный коллектор 21 фронтального экрана 18, левый верхний боковой продольный коллектор 22, фронтальный перепускной патрубок 28, перегородки 36 вертикальных коллекторов 23, 27, 29 и 33, заглушки 37 вертикальных коллекторов 23, 27, 29 и 33, выходной патрубок 40 котла, выходной вентиль 43 из комбинированной колосниковой решетки, короб газохода 46.

Водогрейный котел содержит элементы, размещенные вертикально: перепускной патрубок 9 в комбинированную колосниковую решетку, фронтальный экран 18, два фронтальных перепускных патрубка 20, левый наружный фронтальный коллектор 23, левый наружный двусветный экран 24, наружный тыльный двусветный экран 25, правый наружный двусветный экран 26, правый наружный фронтальный коллектор 27, правый внутренний фронтальный коллектор 29, правый внутренний цельносварной экран 30, внутренний тыльный цельносварной экран 31, левый внутренний цельносварной экран 32, левый внутренний фронтальный коллектор 33, перегородки 34 коллекторов 10 и 15, заглушки 35 коллекторов 11 и 21, воздухоотводящие вентили 38, дренажные вентили 39, тройник 41, входной вентиль 42 в комбинированную колосниковую решетку, выходной вентиль 44 из котла после тройника, загрузочная дверца 45, отводящий короб 47 газохода с фланцем, съемный элемент теплоизолированного кожуха наружного теплового отражателя 48, дверка 49 для удаления золы, дутьевое окно 50.

При этом дутьевые отверстия 6 на наборных колосниках, ограничители 7 и верхний ограничитель 8 утопленного уголкового колосника 3 размещены под углом 45° к вертикали.

Расположение комбинированной колосниковой решетки 1 после котла и размещение охлаждаемых водой разряженных труб 2 на расстоянии 138 – 140 мм

друг от друга, между которыми утоплены на 20 – 22 мм ниже оси труб 2 и размещены наборные колосники 3 из стального уголка или уголка из серого чугуна с отверстиями 6 до 7 мм под углом 45°, с шириной стороны до 63 мм с образованием зазора между кромкой уголка и стенками труб в 6 – 7 мм под углом 45° к вертикали и по всей длине труб 2 на опорных уголках 4 между фиксирующими шпильками 5 и с дутьевыми отверстиями 6, между ограничителями 7 и ограниченными верхними ограничителями 8, позволяют заполнить все пространство между трубами сгоревшими фракциями шлака и защитить колосники от высокой температуры горящего с верха над трубами слоя угля, причем при производстве периодической шуровки горящего слоя угля все отверстия в колосниках и зазоры между кромками колосников и стенками труб расположенные под слоем шлака более 200 мм и под углом 45° к вертикали не подвергаются непосредственно механическому воздействию, как это происходит на классической колосниковой решетке с горизонтально расположенными отверстиями и способствующим большому количеству провала шлака и угольной мелочи, приводящей к большим значениям механического недожога (до 20%) с провалом и соответственно резкому снижению КПД котла. При этом коллектора 10 и 11 выполняют функцию основной несущей опорной части комбинированной колосниковой решетки 1 и одновременно выполняют функцию элемента нижнего экрана топки и по гидравлической схеме включена после выхода воды из котла, для полного исключения конденсации на стенках труб от угля и улучшения условий дожигания коксового остатка, в том числе рядовых низкосортных углей. А совмещенные Г – образный потолочный 17 с фронтовым 18 экранами с параллельными трубами 16 и U – образные 24, 25 и 26 с 30, 31 и 32 экраны с заявленной гидравлической схемой включения позволяют регулировать тепловую мощность угольного котла в широком диапазоне от 20 % и до 120% от номинальной тепловой мощности. Так как порядок включения параллельных труб указанных U – образных 24, 25 и 26 с 30, 31 и 32 экранов с вертикальными коллекторами 23, 27, 29 и 33 с горизонтальными перегородками 36 и заглушками 37, с перепускным патрубком 28 обеспечивают 100 % размещения поверхностей

труб в зоне высоких температур, а гидравлическая схема циркуляции выполнена по более эффективной противоточной схеме.

Заявляемая оптимальная гидравлическая схема циркуляции воды в котле и далее в комбинированной колосниковой решетке обеспечивает оптимальный и надежный теплообмен в топке и позволяет эффективно работать в условиях эксплуатации как в форсированном режиме с максимальным расходом воды, например с нагрузкой, 120 % от номинальной тепловой мощности котлов 230 кВт и 0,99 МВт, так и в основном 100%-ом режиме с расходом воды 4,6 м³/час для котла 230 кВт и 40 м³/час для котла 0,99 МВт. При этом обеспечивается возможность изменять и реализовывать оптимальный профиль котла в зависимости от конкретного вида сжигаемого твердого топлива, что крайне сложно выполнять в классических профилях водогрейных котлов призматической или цилиндрической формы. Попытка изменения соотношений поверхностей нагрева и даже поверхности обычной колосниковой решетки приводит в классических водогрейных котлах к изменению числа ходов или скорости воды и это сразу сказывается на общем гидравлическом сопротивлении измененного котла. В заявляемой конструкции такое не происходит вследствие того, что число труб в ходе и **число ходов остается неизменным, а простое удлинение параллельных труб** с целью увеличения радиационной поверхности и объема топки практически не сказывается на гидравлическом сопротивлении котла.

Предварительно по элементам проверенной на практике и заявляемой авторами предлагаемой гидравлической схеме циркуляции воды по контуру топки котла, а далее по новой колосниковой решетке делает возможным варьировать и одновременно оптимизировать выбранные геометрические параметры топки и конвективной части для сжигания конкретного рядового увлажненного угля и как показал опыт, не реализовывалось в котельной практике.

Водогрейный котел (на примере котла тепловой мощностью 0,99 МВт) по фиг.1, фиг.2, фиг.3 и фиг.4 может обеспечивать в основном отопительном режиме надежную работу с расходом воды от 4,6 м³/час до 40 м³/час для котла 0,99 МВт. При этом перепад температуры по воде может составлять максимальное значение

$\Delta t_{\text{бол}} = t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}} = 115 - 70 = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$. В новой конструкции котла реализуется гидравлическая схема, при которой (холодная) вода из системы отопления предварительно и в последовательном порядке омывает вначале – потолочный с фронтальным и обратно из фронтального возвращается в потолочный экран и предварительно нагревается до температуры превышающей конденсацию для всех режимов работы котла. Причем в дальнейшем параллельное движение воды по трубам цельносварного внутреннего U – образного экрана обеспечивается таким образом, что в каждом последующем ходе количество параллельных труб увеличивается на 10-12 % при удалении от высокотемпературной области вокруг факела над слоем в топке, а в трубах конвективного наружного двусветного U – образного экрана количество увеличивается на 10-12 % при опускном движении воды и приближении к газоходу и выходу газов из котла. В соответствии с этим скорость движения воды увеличивается по мере приближения к зоне над горящим слоем и уменьшается при удалении от слоя. Например, при расходе 48 м³/час скорость воды снижается от 2,0 м/с и до 1,3 м/с (по фиг.1) по мере удаления от горящего слоя в зависимости от теплового напряжения над зоной горения угля.

При заявляемой схеме циркуляции воды после котла, вода подается в разряженные трубы комбинированной колосниковой решетки и температура металла стенок труб становится более высокой, что способствует быстрой термической подготовке свежей порции угля в слое и быстрому выделению и интенсивному горению летучих над слоем и горению коксового остатка. Причем полностью исключается конденсация на стенках разряженных охлаждаемых водой труб, как это наблюдается часто в слоевых топках (с шурующей планкой) со сплошным расположением охлаждаемых водой труб. При этом комбинированная колосниковая решетка с разряженными охлаждаемыми водой трубами и утопленными уголковыми колосниками может быть включена по схеме «байпаса» к основному трубопроводу за котлом. В этом случае включение водяного контура колосниковой решетки может быть выполнено вполне автономно и часто не может быть связана с котлом. При этом температура воды может регулироваться расчетным путем, а общее гидравлическое сопротивление котла по воде в общем

контуре по гидравлическим расчетам получается меньше относительно номинального режима, чем в сравниваемых классических конструкциях водогрейных котлов, из-за изменения количества труб по каждому ходу.

Новый котел удобен для персонала котельной в условиях эксплуатации, из-за удобства в обслуживании и доступе непосредственно ко всем элементам комбинированной колосниковой решетки при открытии загрузочной дверки и к поверхностям нагрева котла при снятии теплоизоляционного кожуха наружного теплового отражателя. При проведении ремонтных работ не требуется больших затрат и механизмов для ремонта поверхностей нагрева.

Водогрейный котел работает следующим образом.

В основном режиме отопления вода, например с расходом $40 \text{ м}^3/\text{час}$ ($11,1 \text{ кг/с}$) для котла $0,99 \text{ МВт}$ поступает с правой верхней фронтальной части котла по правому входному коллектору 13 и через правый верхний боковой продольный коллектор 14 попадает в верхний тыльный коллектор 15 до перегородки 34, и далее по правой половине параллельных труб 16 верхнего потолочного экрана 17 поступает в правые параллельные трубы 16 фронтального экрана 18, далее поток воды опускается по правой стороне фронтального среднего коллектора 19 до перегородки 34 и по правому перепускному патрубку 20 и параллельным трубам фронтального экрана 18 вода поступает в правую часть фронтального нижнего коллектора 21 до заглушки 35 и поступает в левую часть фронтального нижнего коллектора 21, далее из левой части фронтального нижнего коллектора 21 поток воды поднимается по параллельным трубам 16 фронтального экрана 18 и левому перепускному патрубку 20 и поступает в левую сторону фронтального среднего коллектора 19 за перегородкой 34 и далее поднимаясь, проходит по левой половине верхнего потолочного экрана 17 и попадает в левую часть верхнего тыльного коллектора 15 и проходит в верхний левый боковой продольный коллектор 22. Из левого верхнего бокового продольного коллектора 22 вода попадает в левый фронтальный наружный коллектор 23 до горизонтальной перегородки 36 и проходит по параллельным трубам (например - четырем со скоростью $1,78 \text{ м/с}$) наружного левого двусветного экрана 24, поворачивает на 90°

и проходит по параллельным трубам наружного тыльного двусветного экрана 25 и, поворачивая на 90° проходит по параллельным трубам правого наружного двусветного экрана 26 и попадает во фронтальной правый наружный коллектор 27 и по нему опускается до горизонтальной перегородки 36, из правого наружного фронтального коллектора 36 поток воды движется по пяти параллельным трубам (со скоростью 1,43 м/с) правого наружного двусветного экрана 26 и, поворачивая на 90° дальше движется по параллельным трубам наружного тыльного двусветного экрана 25, далее повернув на 90° по параллельным трубам левого наружного двусветного экрана 24 попадает в левый наружный фронтальной коллектор 23 ниже горизонтальной перегородки 36, далее поток воды опускается по левому наружному фронтальному коллектору 23 до заглушки 37 и по параллельным шести трубам со скоростью 1,19 м/с левого наружного двусветного экрана 24 после поворота на 90° попадает в параллельные трубы наружного тыльного двусветного экрана 25, далее после поворота на 90° по параллельным трубам правого наружного двусветного экрана 26 попадает в правый наружный фронтальной коллектор 27 ниже перегородки 36. Из нижней части правого наружного фронтального коллектора 27 вода перепускается фронтальным перепускным патрубком 28 в правый внутренний фронтальной коллектор 29 до горизонтальной перегородки 36 и далее по параллельным трем трубам со скоростью 2,38 м/с правого внутреннего цельносварного экрана 30 поворачивает на 90° и попадает в параллельные трубы внутреннего тыльного цельносварного экрана 31, далее поворачивая на 90° по параллельным трубам левого внутреннего цельносварного экрана 32 вода попадает в левый внутренний фронтальной коллектор 33 до горизонтальной перегородки 36, из левого внутреннего фронтального коллектора 33 второй восходящий поток воды движется по параллельным трем трубам со скоростью 2,38 м/с внутреннего левого цельносварного экрана 32 и поворачивает на 90° далее движется по параллельным трем трубам внутреннего тыльного цельносварного экрана 31 и поворачивает на 90° по трем трубам правого внутреннего цельносварного экрана 30 попадает в правый внутренний фронтальной коллектор 29 выше горизонтальной перегородки 36, поднявшись по коллектору 29

поток воды проходит по четырем трубам со скоростью 1,78 м/с правого внутреннего цельносварного экрана 30 и поворачивает на 90°, далее проходит по четырем параллельным трубам внутреннего тыльного цельносварного экрана 31 и повернувшись на 90° поток воды по четырем параллельным трубам внутреннего левого цельносварного экрана 32 попадает в левый внутренний фронтальный коллектор 33 выше горизонтальной перегородки 36, далее поднимаясь вверх по коллектору 3 до заглушки 37 поток воды по пяти трубам со скоростью 1,43 м/с левого внутреннего цельносварного экрана 32 поворачивает на 90° и далее проходит по пяти параллельным трубам внутреннего тыльного цельносварного экрана 31 и еще раз, повернув на 90° по пяти трубам правого внутреннего цельносварного экрана 30 попадает в верхнюю часть правого внутреннего фронтального коллектора 29 до заглушки 37 и из верхней части правого внутреннего фронтального коллектора 29 поток воды поступает через выходной патрубок 40 из котла в тройник 41 из которого через вентиль 44 нагретая вода поступает в систему отопления. Другая часть нагретой воды из тройника 41 перепускным патрубком 9 через входной вентиль 42 поступает в правую часть нижнего колосникового фронтального коллектора 10 до перегородки 34 и далее по разряженным охлаждаемым водой трубам 2, (между которыми размещены утопленные наборные уголкового колосники 3, опорные уголки 4 с фиксирующими шпильками 5 и ограничителями 7 и 8), вода поступает в правую часть нижнего тыльного коллектора 11 после заглушки 35 и перетекает в левую часть коллектора 11, из левой части нижнего тыльного коллектора 11 поток воды по разряженным охлаждаемым водой трубам 2 возвращается к левой части нижнего колосникового фронтального коллектора 10 после перегородки 34 и выводится из колосниковой решетки через выходной вентиль 43 в систему отопления.

При каждом новом заполнении котла водой воздух из трубной части выводится в самых верхних точках через воздухоотводящие патрубки 38, а шлам и возможный мусор из трубной системы котла и комбинированной колосниковой решетки 1 сливается через дренажные вентили 39. Комбинированная колосниковая решетка и вся трубная система котла устанавливается непосредственно на газопровод

46, продукты сгорания выводятся из котла через выходной короб 47, все экраны котла закрыты теплоизолированным кожухом наружного теплового отражателя 48, из под колосниковой решетки зола и фракции шлака удаляются через дверку для удаления золы 49, а подача воздуха под колосниковую решетку производится через дутьевое окно 50.

По топливной стороне водогрейный котел работает следующим образом.

Свежий уголь подается на разогретый горящий слой на комбинированную колосниковую решетку 1 через загрузочную дверку 45. Крупные частицы шлака (выгоревшего кокса) проваливаются в проем между разряженными охлаждаемыми водой трубами 2 и частично закрывают колосниковые дутьевые отверстия 6, размещенные под углом 45° и щели между трубами 2 и утопленными наборными уголковыми колосниками размещенные под углом 45° к вертикали, и непосредственно защищают от воздействия высокой температуры горящего слоя угля. Расположенные в нижней части разряженных охлаждаемых водой труб нагретые частички шлака дополнительно обогревают нижнюю поверхность разряженных труб и устраняют конденсацию на стенках, это дополнительно достигается подачей горячей воды в разряженные охлаждаемые водой трубы после котла. При проведении периодических шуровок горящего слоя, необходимых по существующей технологии слоевого сжигания рядовых углей с ручным обслуживанием в заявляемой конструкции, как показали эксперименты, практически отсутствует провал, так как шуровка слоя проводится на поверхности над разряженными трубами и поэтому нет прямого доступа к заглубленным отверстиям и щелям, расположенным под углом 45° . Поэтому снижение механического недожога q_4 в том числе за счет уменьшения провала в заявляемой конструкции достаточно существенно и дает увеличение КПД котла. Этот эффект получается более существенным и значимым, при сжигании сеяных углей. Далее в объеме топки продукты сгорания поднимаются вверх над горящим слоем и, разворачиваясь на 180° , попадают в U – образный зазор между внутренним цельносварным экраном 30, 31 и 32 и теплоизолированным кожухом наружного теплового отражателя 48, причем ровно посередине размещены поперечные трубы

двусветного U – образного экрана 24, 25 и 26. Опускаясь вниз продукты сгорания, омывают наиболее эффективным способом – расположенные поперечно к потоку трубы двусветных экранов 24, 25, 26, 30, 31 и 32 и далее поступают в газоход 46 и выводятся из котла через выходной короб 47 в уловитель золы.

Приведенная конструкция комбинированной колосниковой решетки в котле по фиг.1, фиг.2 и фиг.3 и последовательность включения экранов с колосниковой решеткой, в соответствие с заявляемой гидравлической схемой с Г – образным экраном и совмещенными U – образными экранами с меньшим числом параллельно включенных труб в каждом последующем ходе и соответственно с большими скоростями воды в трубах вокруг высокотемпературной зоны горения угля над слоем и последующее уменьшение скорости воды с увеличением числа труб по мере снижения температуры продуктов сгорания и снижения скорости воды в нижней конвективной части новая и в серийных котлах не применялась.

Изобретение подтверждается гидравлическими и тепловыми расчетами, которые обосновывают наиболее оптимальный эффективный нагрев воды при подаче в комбинированную колосниковую решетку и конструктивной схемой включения Г – образного экрана с совмещенными U - образными поверхностями нагрева в новом котле и предполагает более экономичную и надежную работу колосниковой решетки с качественной регулировкой расхода воды.

Тепловыми и гидравлическими расчетами доказано, что снижение механического недожога дает прирост по КПД до 3 – 4,5 %, при этом увеличение числа рядов труб в U - образном двусветном наружном конвективном экране и сдвинутым вверх на $s_2/2$ относительно труб U – образного внутреннего цельносварного топчного экрана по позициям 24, 25, 26, 30, 31 и 32 и по периметру топки позволяет снизить температуру уходящих газов за котлом на 20 °С – 30 °С, что увеличивает КПД котла еще на 2,0-2,5 %. Общий эффект в 5 – 7 % достигается использованием 100 % поверхности всех труб в зоне высоких температур и активном теплообмене U – образных экранов, а также резком снижении q_4 , что трудно выполнить в традиционных схемах угольных котлов.

Для повышения тепловой эффективности топчных экранов включенных по

общепринятым схемам в традиционных серийных котлах пришлось бы увеличить радиационную и конвективную поверхности нагрева и габариты котлов более чем на 23 %. Это приводит к увеличению габаритов и веса металла (трубной части) водогрейных котлов в классическом оформлении профиля. В реальных условиях эксплуатации в котельных это приводит к увеличению трудозатрат на ремонт и дополнительному расходу электроэнергии на собственные нужды.

Преимущества заявляемого водогрейного котла с последовательным включением комбинированной колосниковой решетки с охлаждаемыми водой разряженными трубами и утопленными между ними наборными уголковыми колосниками, позволяют снизить количество провала мелких частиц угля, улучшить дожигание рядовых каменных и бурых увлажненных углей, а совмещенные Г – образные и U – образные экраны со смещенными трубами топочных экранов относительно друг друга на пол шага позволяет интенсифицировать теплообмен в конвективной части и реализовать ступенчатую схему циркуляции с изменением скорости воды по всему периметру топки с учетом изменения теплового напряжения в топке и конвективной части и тем самым повысить общую эффективность котла и его ремонтпригодность и удобство в работе персонала.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

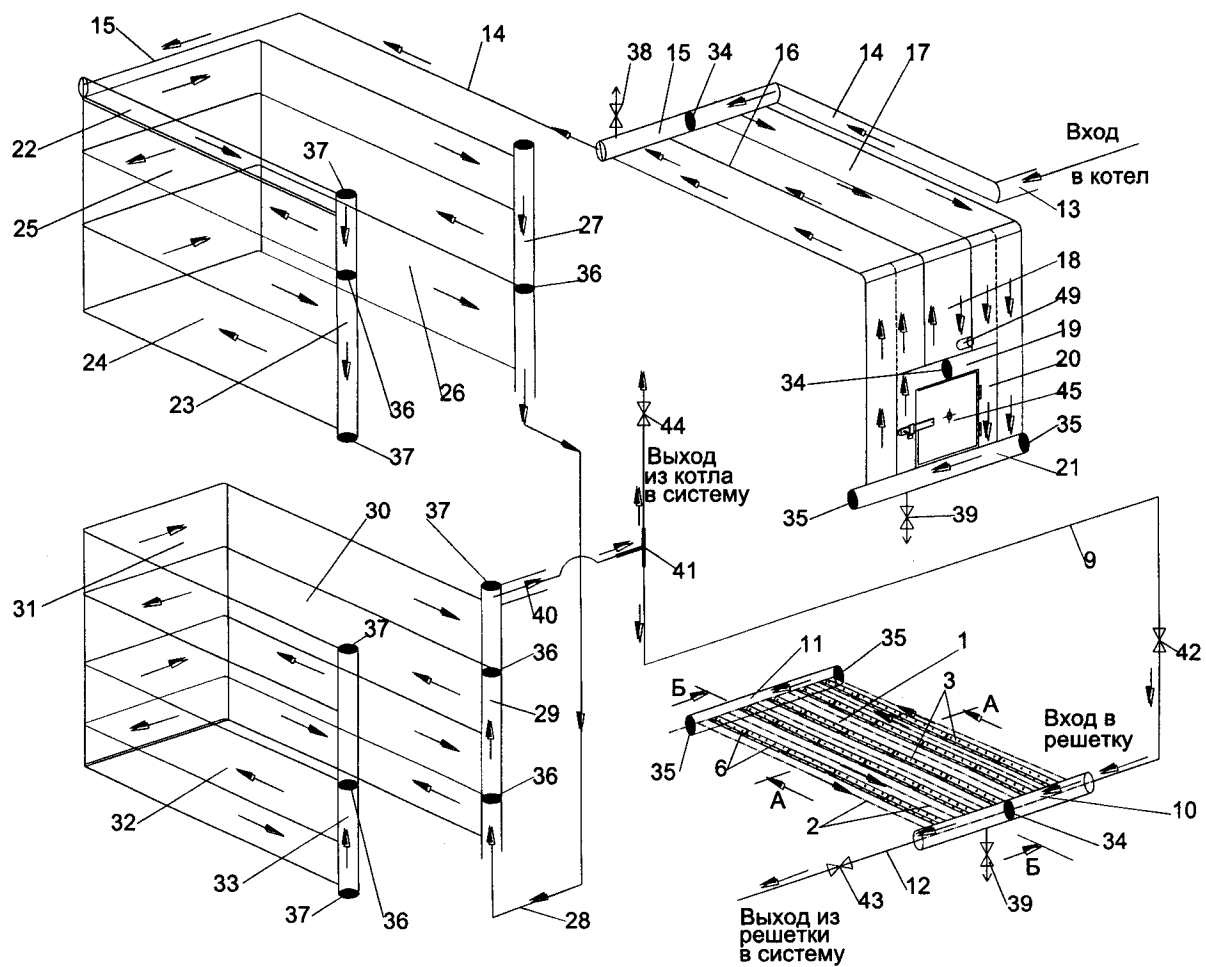
1.Водогрейный котел, содержащий колосниковую решетку, призматическую топку, состоящую из параллельно расположенных труб, соединенных с коллекторами и собранных вместе с коллекторами в боковые, фронтальной, потолочный, тыльный экраны и совмещенной конвективной частью, *отличающаяся тем, что* колосниковая решетка выполнена комбинированной и включена последовательно после гидравлического контура котла и состоит из разряженных охлаждаемых водой труб диаметром 60×6 мм расположенных на расстоянии друг от друга 138 – 140 мм, а между ними ниже оси труб, размещены утопленные на 20 – 22 мм наборные уголковые колосники с шириной стороны до 63 мм с дутьевыми отверстиями до 7 мм на каждой стороне уголкового колосника и выполненные под углом 45° к вертикали по всей длине труб и зафиксированы на опорных уголках фиксирующими шпильками между ограничителями, которые расположены под углом 45° к вертикали, при этом наборные уголковые колосники изготовлены из стального уголка или из уголка серого чугуна.

2.Водогрейный котел по п.1, *отличающийся тем, что* комбинированная колосниковая решетка с U – образным внутренним цельносварным экраном опирается на U – образные внутренние стенки короба газохода, с фронтальной стороны фронтальным колосниковым коллектором, а с тыльной стороны нижним тыльным коллектором, при этом крайние разряженные охлаждаемые водой трубы комбинированной колосниковой решетки с левой и правой стороны расположены на расстоянии 67 – 75 мм от оси нижней трубы U – образного внутреннего цельносварного экрана.

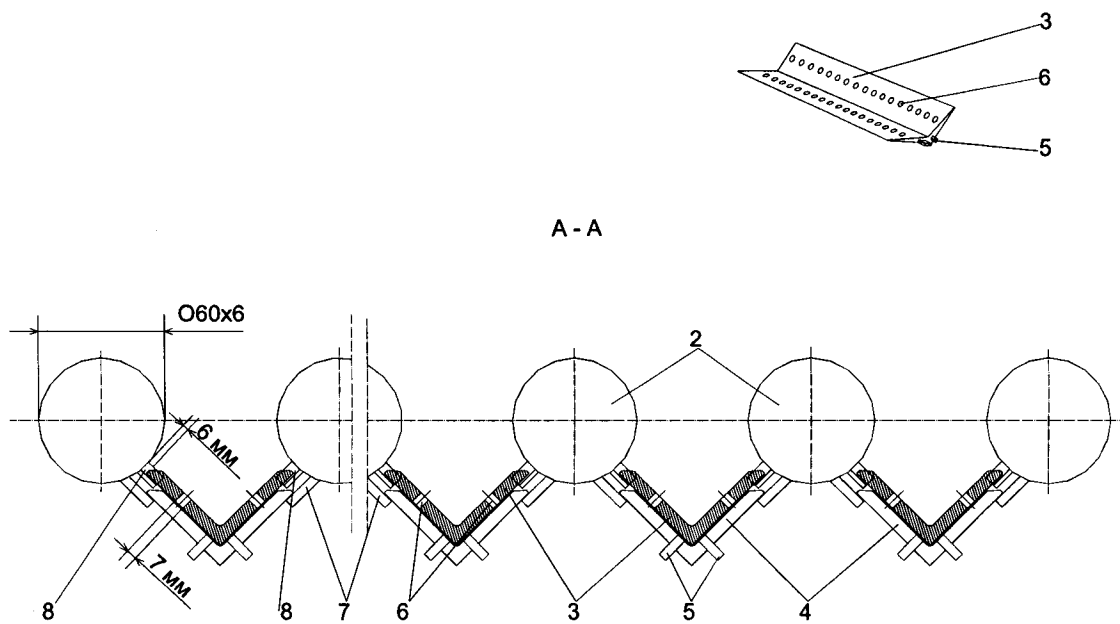
3.Водогрейный котел по п.1, *отличающийся тем, что* цельносварной Г – образный потолочный и фронтальной экраны вместе с охлаждаемой рамой загрузочной дверки соединен с правой стороны верхним входным патрубком, а с левой стороны левым верхним продольным боковым коллектором с левым наружным фронтальным коллектором, при этом с правой нижней стороны фронтальной правый наружный коллектор соединен фронтальным перепускным

коллектором с правым внутренним фронтальным коллектором, а выходной патрубок из котла соединен с правой верхней стороны с правым внутренним фронтальным коллектором, при этом параллельные трубы конвективного наружного двусветного U - образного экрана смещены вертикально вверх на половину продольного шага от труб цельносварного внутреннего топочного U – образного экрана и расположены от них на равном расстоянии по всему U – образному периметру труб конвективного наружного двусветного экрана, как и от наружной теплоизолированной стенки излучателя и вместе с коробом газохода образуют твердотопливный водогрейный котел.

4.Водогрейный котел по п.1, *отличающийся тем, что* количество параллельных труб в цельносварном внутреннем U – образном экране в каждом восходящем движении воды увеличивается на 10-12% при удалении от высокотемпературной области вокруг факела над слоем в топке и далее в конвективном наружном двусветном U – образном экране количество труб увеличивается на 10-12 % при опускном движении воды и приближении к газоходу и выходу газов из котла.

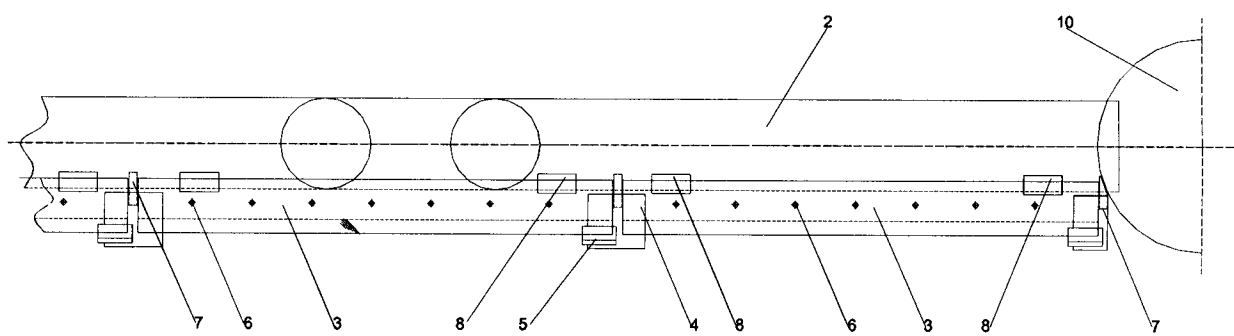


Фигура 1

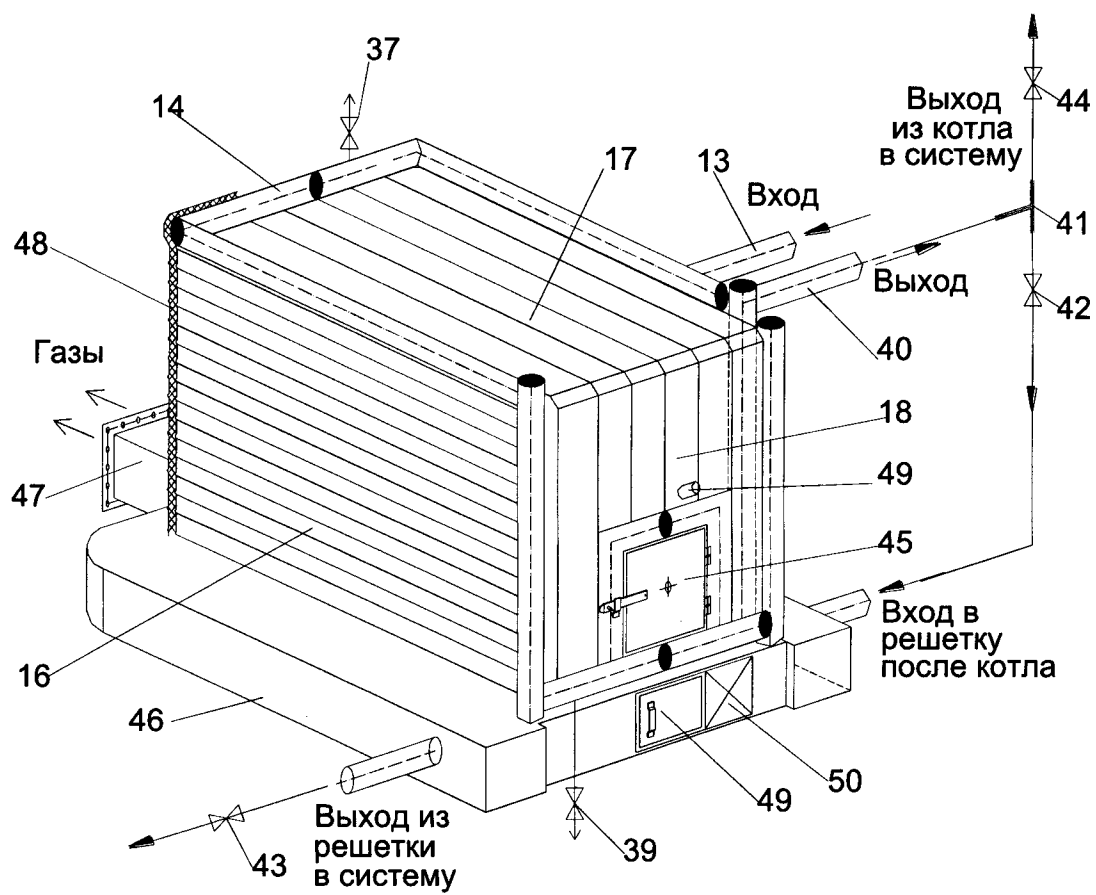


Фигура 2

Б - Б



Фигура 3



Фигура 4