



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 196 933** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) МПК⁷ **F 22 В 21/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
 ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

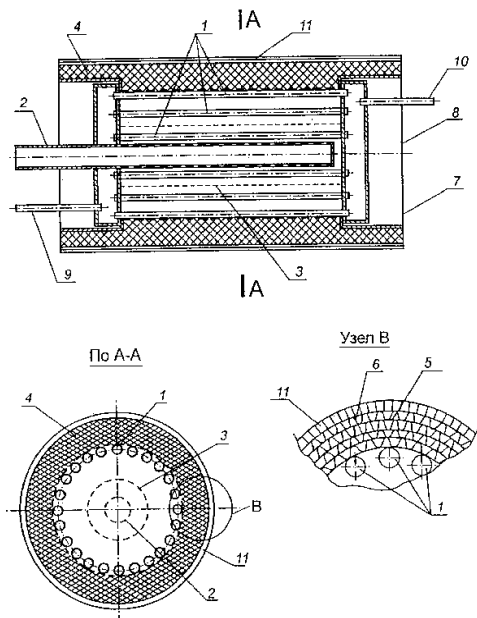
(21), (22) Заявка: 2001106168/06, 06.03.2001
 (24) Дата начала действия патента: 06.03.2001
 (46) Дата публикации: 20.01.2003
 (56) Ссылки: US 4089303 А, 16.05.1978. RU 2042082 С1, 20.08.1995. RU 2118748 С1, 10.09.1998. RU 2153626 С2, 17.07.2000. US 3720189 А, 13.03.1973.
 (98) Адрес для переписки:
 630090, г.Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 5, Институт катализа им. Г.К. Борескова, патентный отдел, Т.Д.Юдиной

(71) Заявитель:
 Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, Открытое акционерное общество "Измеритель"
 (72) Изобретатель: Кириллов В.А., Кузин Н.А., Куликов А.В., Лукьянов Б.Н., Онуфриев И.А., Мельник А.Н., Попов А.И., Андреев С.Н., Митенков Е.Б., Левин Д.И.
 (73) Патентообладатель:
 Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, Открытое акционерное общество "Измеритель"

(54) ВОДОГРЕЙНЫЙ КОТЕЛ

(57) Изобретение относится к энергетике, к технике генерирования тепловой энергии с помощью каталитических нагревательных элементов, работающих на принципе беспламенного окисления природного газа, и может быть использовано для автономного водяного отопления и круглогодичного горячего водоснабжения бытовых и производственных помещений. Конструкция водогрейного котла включает топочный блок, который содержит каталитический нагревательный элемент, имеющий трубчатую конструкцию цилиндрической или овальной формы и два стакана, служащих продолжением трубчатой конструкции, со слоем катализатора, расположенным на поверхности трубчатой конструкции и стаканами и выполненным в виде газопроницаемых плоских и гофрированных армированных лент, навитых и спеченных с трубчатой конструкцией и стаканами, с зазорами между витками с образованием газовоздушных каналов между лентами. Катализатором является армированный пористый материал, содержащий в качестве активных компонентов Co_3CO_4 , CuO , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , металлы VIII группы, закрепленные на металлических носителях с помощью сплавов Ti-Al, Ni-Al, Ni-Cr, Ti-Si.

Изобретение позволяет создать котел, использующий для получения тепла принцип каталитического окисления, обеспечивающий экологически чистое окисление углеводородных газов. 7 з.п.ф-лы, 3 ил.



Фиг. 2

RU 2 196 933 C2

RU 2 196 933 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 196 933** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **F 22 B 21/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001106168/06, 06.03.2001
 (24) Effective date for property rights: 06.03.2001
 (46) Date of publication: 20.01.2003
 (98) Mail address:
 630090, g.Novosibirsk, pr. Akademika
 Lavrent'eva, 5, Institut kataliza im. G.K.
 Boreskova, patentnyj otdel, T.D.Judinoj

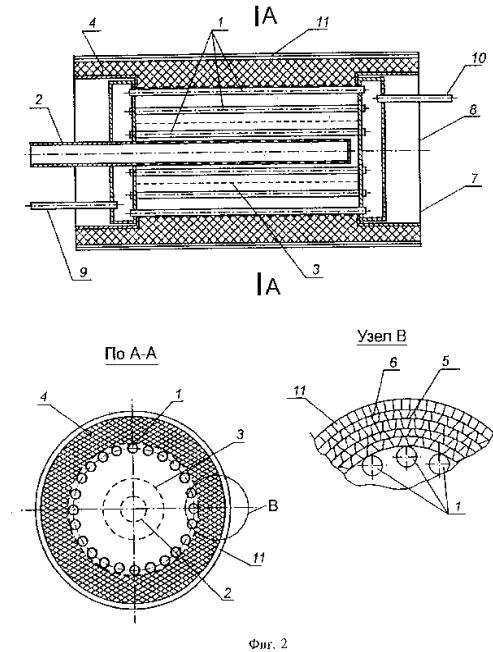
(71) Applicant:
 Institut kataliza im. G.K.Boreskova SO RAN,
 Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Izmeritel"
 (72) Inventor: Kirillov V.A.,
 Kuzin N.A., Kulikov A.V., Luk'janov
 B.N., Onufriev I.A., Mel'nik A.N., Popov
 A.I., Andreev S.N., Mitenkov E.B., Levin D.I.
 (73) Proprietor:
 Institut kataliza im. G.K.Boreskova SO RAN,
 Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Izmeritel"

(54) **HOT-WATER BOILER**

(57) Abstract:

FIELD: power engineering; regeneration of thermal energy by means of catalytic heating elements working on principle of flameless oxidation of natural gas; autonomous water heating systems and continuous hot water supply for domestic and industrial buildings. SUBSTANCE: hot-water boiler includes furnace unit provided with tubular cylindrical or oval heating catalytic element provided with two sleeves which are extension of tubular structure with layer of catalyst located on surface of tubular structure and sleeves; it is made in form of gas permeable flat and corrugated reinforced tapes wound and sintered with tubular structure and sleeves at spaced relation between turns forming gas-and-air passages between tapes. Used as catalyst is reinforced porous material containing the following active components: Co_3O_4 , CuO , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , metals of group VIII secured on metal carriers by means of Ti-Al, Ni-Al, Ni-Cr and Ti-Si alloys. Proposed hot-water boiler may be used for employing catalytic oxidation principle, thus ensuring ecologically pure oxidation of hydrocarbon

gases. EFFECT: enhanced efficiency. 8 cl, 3 dwg



RU 2 1 9 6 9 3 3 C 2

RU 2 1 9 6 9 3 3 C 2

Изобретение относится к энергетике, к технике генерирования тепловой энергии с помощью каталитических нагревательных элементов, работающих на принципе беспламенного окисления природного газа, и может быть использовано для автономного водяного отопления и круглогодичного горячего водоснабжения бытовых и производственных помещений.

Известно, что для локального обогрева помещений с помощью водяного отопления используются газовые водогрейные котлы с традиционными пламенными горелками [М.Б. Равич, "Газ и эффективность его использования в народном хозяйстве". Изд-во "Недра", 1987 г., с.238]. Газовые бытовые нагревательные аппараты с принудительной циркуляцией типа АКГВ-23,2-1 (аппарат комбинированный газовый бытовой с водяным контуром, "АО Жуковский машиностроительный завод") имеют водяной контур для обогрева помещения 140-1200 м², шунтирующий контур для горячего водоснабжения, систему поддержки заданной температуры в помещении, снабжены электронным блоком автоматики, обеспечивающим безопасность работы и управления котлом, размещаются в изолированной части дома. Данные по выбросам отсутствуют.

Семейство котлов "Сибиряк" (ГЦО-29-06/Е "Сибиряк", тепловая мощность - 29 кВт, ГЦО-19,8-4/Е "Сибиряк-М". 19,8 кВт, ГЦО-10-15/Е "Сибиряк-Н", 10 кВт. ГЦО-29-08/Е "Сибиряк-2", 29 кВт, ЗАО "Сибгазприбор") с принудительной циркуляцией горячей воды обогревают помещения от 100 до 300 м², имеют традиционные электронные блоки управления и допускают настенное или напольное расположение с отводом отходящих газов за пределы помещения. Центром нагрева в топочном узле является стандартная инжекционная горелка, снабженная тепловой автоматикой. Отходящие газы содержат: СО 119 мг/м³, NO_x 144 мг/м³. Недостатком этих котлов являются высокие концентрации вредных выбросов и только низкая цена относительно зарубежных фирм обеспечивает их сбыт.

Фирма "Vaillant"(Германия) выпускает все виды котлов на базе одно- или двухступенчатых атмосферных горелок с теплоотводными керамическими стержнями в трех видах исполнения: международное, для Германии, для стран Восточной Европы [Прайс-лист 2000. Ч.1, ч.2]. Конденсирующий настенный газовый котел VU 506 E (к.п.д. 109%, диапазон номинальной мощности 13,8-46,0 кВт) имеет NO_x≤20 мг/кВт·ч (41 мг/м³). Газовые отопительные котлы VK INT KLASSIK 15/K-I EN..45/K-1 EN (20,9-47,3 кВт, вес 120-195 кг) имеют в отходящих газах NO_x≤70 мг/кВт·ч (59,5 мг/м³). Котлы с двухступенчатой атмосферной горелкой VK 60/7-2EN...156/7-2EN (20,9-47,3 кВт, к.п.д. 93%), котлы VKO 22/3-70/3 (17,0-70,0 кВт, к.п.д. 94%) и газовые емкостные водонагреватели VGH 130/5X2 также имеют в отходящих газах NO_x ≤80 мг/кВт·ч (165 мг/м³). Как видно из приведенных данных, котлы фирмы "Vaillant" обладают теми же недостатками по выбросам, что и котлы, рассмотренные выше.

Навесные автоматические котлы фирм

Buderus (Чехия), Lamborgini (Италия) мощностью до 25 кВт (к.п.д. 94-95%) имеют по выбросам близкие значения, как и котлы рассмотренных германских фирм. По экологическим соображениям фирма "Protherm" (Чехия), выпускающая относительно легкие (70 кг) котлы (50 кВт) оборудует мини-котельные в подвалах или на крышах домов, применяя каскад из нескольких аппаратов. Каскадные котельные позволяют отключиться от централизованного теплоснабжения, снижая потребление газа на 20-50%, однако проблему подавления выбросов NO_x и СО не решают.

Основным недостатком всех рассмотренных выше котлов является использование в них одного из шести типов горелок: 1) традиционная атмосферная горелка (выбросы СО≤35 ppm, NO_x≤320 ppm), 2) простая распределенная горелка (СО≤25 ppm, NO_x≤250 ppm), 3) горелка с вентиляционным наддувом (СО≤20 ppm, NO_x≤185 ppm), 4) оптимизированная распределенная горелка (СО≤18 ppm, NO_x≤170 ppm), 5) горелка с полным предварительным смешением (СО≤15 ppm, NO_x≤110 ppm), 6) горелка с вентиляционным наддувом и цилиндрической (сферической) поверхностью сжигания (СО≤10 ppm, NO_x≤60 ppm) [Т.В. Jannemann. The Development of Atmospheric Burners with Respect to the Increasing Emissions Restrictions. In: Proceedings of the First European Conference on Small Burner Technology and Heating Equipment. Zurich, September 25-26, 1996, v. 1, p. 23-34].

Фирма "Viessman" (Германия) выпускает широкую гамму газовых отопительных котлов на жидком и газообразном топливе как с традиционными атмосферными горелками, так и с излучательными Matrix compact [Vitotec Прайс-лист 2000 GUS Viessman]. Низкотемпературные водогрейные котлы "Vitogas-100" с диапазонами номинальной тепловой мощности 11-60, 72-144 кВт, имеют экономичный режим погодозависимой теплогенерации теплоносителя, к.п.д. до 92%, снабжены атмосферной горелкой предварительного смешения и дают выбросы: NO_x≤50 мг/кВт·ч (103 мг/м³), СО≤10 мг/кВт·ч (4,8 мг/м³). Газовые водогрейные котлы "Vitola 100...200" (15-63 кВт), "Vitorond 200" (15-33 кВт), "Vitopend 100" (10,5-24 кВт), газовые конденсатные модули "Vitodens 100" (8-18 кВт) имеют водоохлаждаемые модулированные горелки с регулированием смесеобразования или инфракрасные горелки (излучатель из нержавеющей стали) с уровнем выделения вредных выбросов ниже экологического норматива "Голубой ангел". За счет утилизации скрытой теплоты конденсации нормативный к.п.д. котла возрастает до 106%. В настенных котлах Eurola используются модулируемые матричные радиационно-каталитические горелки, обеспечивающие содержание оксидов азота и углерода NO_x≤9 мг/кВт·ч (18,5 мг/м³), СО≤17 мг/кВт·ч (8,2 мг/м³) [Ein echter Heizkessel für die Wand extrem schadstoffarm durch Matrix-Strahlungsbrenner. Реклама фирмы "Viessman" котла Eurola]. Максимальный диапазон регулирования мощности 1:2,25, масса котла в расчете на киловатт

генерируемой мощности составляет около 3-5 кг/кВт.

Котел Euro-la-kat, выбранный в качестве прототипа, с каталитическим нанесенным слоем матричной горелки и сферической поверхностью нагрева, выполненной из высококачественной стали, имеет за счет конденсационной ступени к. п. д. 108%. Объем водяного контура 30 л позволяет компенсировать флуктуации при нагревании теплоносителя. Он снабжен блоком электронного регулирования с интегрирующей диагностирующей системой. Для отопления помещений используется только 8-11 кВт, для нагрева питьевой воды 24 кВт. Габаритные размеры 415•560•900 мм. Несмотря на высокий уровень автоматизации и высокий к.п.д. котлов фирмы "Viessman", наличие неустраняемых выбросов окислов азота, присущих атмосферным горелкам, накладывает экологические ограничения на их использование внутри помещения.

Изобретение решает задачу создания водогрейного котла мощностью 25 кВт, в отходящих газах которого содержание СО не более 10 ppm, метана не более 30 ppm, оксиды азота отсутствуют.

Поставленная задача решается путем создания конструкции водогрейного котла КГК-25 (котел газовый каталитический мощностью 25 кВт), содержащего каркас, в котором размещены все узловые сборки котла: топочный блок, состоящий из каталитической горелки, теплообменника, узла зажигания; блок управления и система контроля режимов работы котла. В качестве горелки он содержит каталитический нагревательный элемент, содержащий трубчатую конструкцию цилиндрической или овальной формы, и два стакана, служащих продолжением трубчатой конструкции, со слоем катализатора, расположенным на поверхности трубчатой конструкции и стаканов, газораспределительное устройство с узлом подачи газозоудшной смеси, места ввода и вывода охлаждающей воды.

Катализатор в каталитическом нагревательном элементе выполнен в виде газопроницаемых плоских и гофрированных армированных лент, навитых и спеченных с трубчатой конструкцией и стаканами, с зазорами между витками с образованием газозоудшных каналов между лентами, внешний слой катализатора имеет размер гофр больше критического размера каналов для проникновения пламени внутрь слоя катализатора, ширина слоя катализатора в каталитическом нагревательном элементе превосходит ширину трубчатой конструкции на ширину стаканов, развязанных по тепловому контакту со слоем катализатора.

Газораспределительное устройство в каталитическом нагревательном элементе содержит одну или несколько перфорированных газораспределительных трубок с диаметром отверстий перфорации, меньших критического диаметра для проникновения пламени внутрь газораспределительной трубки, и рассекателя струй, вытекающих из отверстий перфорации. Трубчатая конструкция в каталитическом нагревательном элементе выполнена в виде водоохлаждаемого трубчатого теплообменника. В качестве катализатора в каталитическом нагревательном элементе

используют армированный пористый материал, содержащий в качестве активных компонентов Co_3O_4 , CuO , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , металлы VIII группы, закрепленные на

5 Ti-Al, Ni-Al, Ni-Cr, Ti-Si.

В качестве топлива используют природный газ, пропан-бутановую смесь, отходящие газы нефтепереработки, факельные газы и др.

10 Котел КГК-25 (фиг.1) выполнен в виде каркаса 1, к которому крепятся все узловые сборки котла:

- топочный блок 2, который состоит из каталитического нагревательного элемента номинальной мощностью 25 кВт (фиг.2), теплообменника, узла зажигания и контроля пламени, узла вентиляции;
- пульт управления 3;
- расширительный бак;
- маностат;
- узел наддува воздуха 4;
- клапан электромагнитный 5;
- автоматический трехходовой вентиль 6;
- указатель "Давление" 7;
- указатель "Температура" 8;
- автоматический продувной вентиль,
- газовый вентиль 9;
- датчик предельного давления;
- датчик перегрева отопительной воды;
- датчик температуры;
- датчик температуры;
- напускной кран;
- 20 - предохранительный вентиль;
- теплообменник технической воды 10;
- циркуляционный насос 11;
- трубопроводы 12;
- стенки левая, правая и передняя 13;
- стенка лицевая 14;
- 30 - смотровое окно 15.

35 На фиг. 2. представлен каталитический нагревательный элемент, который представляет собой трубчатую цилиндрическую или овальную конструкцию, состоящую из трубчатого теплообменника кольцевого типа 1, внутри которого расположено газораспределительное устройство, представляющее собой одну или несколько перфорированных труб 2, внутрь которых подается газозоудшная смесь.

40 Вокруг газораспределительной трубы для лучшего распределения газа и подавления скорости истекающих из отверстий струй расположен рассекатель 3. Катализатор 4 в виде плоских 5 и гофрированных 6 лент навит на трубки теплообменника 1 и спечен с ними. Слой катализатора превосходит по ширине трубчатый теплообменник на величину стаканов, развязанных по теплу с коллекторами 8 теплообменника. Для подачи холодной воды и отвода нагретой устройство оборудовано штуцерами 9 и 10

45 соответственно. Для улучшения динамических характеристик нагревательного элемента внешний слой катализатора 11 имеет размер гофр больше критического размера каналов для проникновения пламени внутрь пористой структуры.

60 Предусмотрено, что котел должен работать в двух режимах: "Зима" и "Лето". В режиме "Лето" котел обеспечивает потребителя только технической теплой водой, а в режиме "Зима" - отопительной водой. Рабочая схема котла указана на фиг. 3. После присоединения трубы отвода

продуктов сгорания, подключения отопительных батарей и заполнения отопительного контура водой ($pH \leq 7$, мягкая), присоединения газовой магистрали и магистрали технической воды, подвода электрической энергии котел КГК-25 готов к работе.

При включении котла установкой переключателя "1"- "0" в положение "1" на блоке автоматического управления происходит самотестирование блока и проверка состояния котла, после чего в случае положительного результата проверки на индикаторе прибора высвечивается надпись: "Все в норме, можно включать".

После нажатия кнопки "Запуск" блоком автоматического управления включается вентилятор вытяжной вентиляции 2 и вентилятор системы наддува 8, система электроискрового розжига 15 запальной горелки 7, циркуляционный насос 10 и открывается электромагнитный клапан запальной горелки 14. После того как будет установлено с помощью ионизационного датчика пламени наличие устойчивого пламени на запальной горелке через 5 с блоком управления, открывается основной газовый вентиль и модулятор в газовой арматуре 9. Газ подается в камеру смешения узла наддува и воспламеняется на поверхности КНЭ-25 4. Одновременно снимается высокое напряжение с запальных электродов. Через 15 с после подачи смеси на КНЭ-25 отключается электромагнитный клапан, подача газа на запальную горелку прекращается. Температура поверхности КНЭ-25 в течение до 300 с поднимается до температуры 500°C, после чего начинается каталитический процесс окисления газа. КНЭ разогревается до рабочей температуры 750-850°C и начинается номинальный режим работы котла. При выходе котла КГК-25 на рабочий режим на информационном табло появляется сообщение о температуре на поверхности КНЭ-25.

После включения циркуляционного насоса 10 вода из отопительной системы, заполненной под давлением 1,5-2,0 кг/см², подается во внутренний водоохлаждаемый теплообменник КНЭ, после чего в теплообменник предварительного нагрева 27, затем в котловой теплообменник 3 и через трехходовой кран 16 и трубопровод 21 в отопительную систему и возвращается по трубопроводу 25 снова во внутренний водоохлаждаемый теплообменник КНЭ-25. Образующиеся отходящие газы отсасываются вентилятором 2 и выводятся из помещения через осевой трубопровод 28.

Подача воздуха в камеру смешения осуществляется вентилятором узла смешения и нагнетания 8 по осевому трубопроводу из окружающей среды. Возможные остатки воздуха в котле выталкиваются работой насоса через продувочный вентиль 6. Котел имеет вмонтированный расширительный сосуд с мембраной 5 с номинальным объемом 10 л. Для получения горячей технической воды открывается подача воды из магистрали по трубопроводу 22, при этом с помощью вентиля 16 отключается подача воды в отопительную систему и она подается в нагреватель технической воды 18. Техническая вода, проходящая через змеевик, нагревается и через трубопровод 23

поступает потребителю. Управление работой котла и обеспечением безопасности осуществляет цифровая система, которая построена на основе микроконтроллера и обеспечивает подключение и обработку датчиков: маностата 1 (датчик наличия вытяжки), давления воды в отопительной системе, наличия протока воды, наличия пламени на запальной горелке, температуры КНЭ, температуры отопительной воды. Цифровая система обеспечивает подключение и управление исполнительными устройствами: электромагнитным клапаном запальной горелки, электроискровым розжигом запальной горелки, газовым вентилем, модулятором расхода газа газового вентиля, вентилятора узла нагнетания в смесительную камеру.

Отключение котла КГК-25 производится нажатием кнопки "Откл" на пульте управления котлом. При этом отключается газовый вентиль, который перекрывает подачу газа на смеситель, КНЭ-25 начинает остывать. В течение 5 мин продолжают работать узел наддува воздуха, узел вентиляции и центробежный насос, что обеспечивает защиту КНЭ-25 от разрушения. На информационном табло пульта управления появляется сообщение "Идет выключение газового котла" и, если все узлы соответствуют своим требованиям, появляется сообщение "Все в норме, можно выключать". По этому сообщению котел КГК-25 обесточивается установкой переключателя "1"- "0" в положение "0".

При всех режимах работы в случае превышения критических значений параметров котла: температуры КНЭ-25 выше 880°C или ниже 550°C, давления отопительной воды ниже нормы, отказе узлов вентиляции, наддува системой управления перекрывается подача газа, включается индикатор "Авария" и на жидкокристаллическом индикаторе выдается сообщение о причине аварийного отключения. Котел КГК-25 изготовлен в настенном исполнении.

Пример 1. Котел газовый каталитический КГК-25 имеет габаритные размеры, мм:

- высота - 1290;
- ширина - 567;
- длина - 730.

Масса котла, кг, не более 70.

На котел КГК-25 подается природный газ состава, (% об.): метан 97,46, этан 1,11, пропан 0,37, дизобутан 0,06, бутан 0,06, пентан 0,02. Номинальный расход, (нм³/час): газа 2,46; воздуха 27,06, газовоздушной смеси 29,52; отопительной воды 0,48, Давление: газовоздушной смеси на входе в котел 1000-2000 Па; воды в отопительной системе 1,8 кг/см². Объем воды в отопительной системе 130±10 л.

В результате работы котла получено:

- время выхода на номинальный режим, сек - 290;
- номинальная теплопроизводительность, кВт - 25±2,5;
- температура нагрева поверхности КНЭ-25, °C - 750-830;
- температура отопительной воды, °C - 90-95;
- производительность нагрева технической воды, л/мин, не менее

- при нагреве на 25, °С - 12;
- при нагреве на 35, °С - 9;
- содержание в отходящих газах, ppm
- монооксида углерода - 2,51;
- метана - 11,12;
- оксидов азота - нет.

Предлагаемое изобретение позволяет создать водогрейный котел мощностью 10-100 кВт, использующий для получения тепла принцип каталитического окисления природного газа, а также других углеводородных газов. Водогрейный котел обеспечивает экологически чистое окисление углеводородных газов так, что содержание СО в отходящих газах соответствует концентрации не более 10 ppm, метана - не более 30 ppm при отсутствии оксидов азота.

Изобретение может быть использовано для автономного водяного отопления и круглогодичного горячего водоснабжения бытовых и производственных помещений.

Формула изобретения:

1. Водогрейный котел, содержащий каркас, в котором размещены топочный блок, состоящий из каталитической горелки, теплообменника, узла зажигания, блок управления и система контроля режимов работы котла, отличающийся тем, что в качестве горелки он содержит каталитический нагревательный элемент, содержащий трубчатую конструкцию цилиндрической или овальной формы и два стакана, служащих продолжением трубчатой конструкции, со слоем катализатора, расположенным на поверхности трубчатой конструкции и стаканов, газораспределительное устройство с узлом подачи газозоудшной смеси, места ввода и вывода охлаждающей воды.

2. Водогрейный котел по п. 1, отличающийся тем, что катализатор в каталитическом нагревательном элементе выполнен в виде газопроницаемых плоских и гофрированных армированных лент, навитых и спеченных с трубчатой конструкцией и стаканами, с зазорами между витками с образованием газозоудшных каналов между

лентами.

3. Водогрейный котел по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что внешний слой катализатора имеет размер гофр больше критического размера каналов для проникновения пламени внутрь слоя катализатора.

4. Водогрейный котел по п. 1, отличающийся тем, что ширина слоя катализатора в каталитическом нагревательном элементе превосходит ширину трубчатой конструкции на ширину стаканов, развязанных по тепловому контакту со слоем катализатора.

5. Водогрейный котел по п. 1, отличающийся тем, что газораспределительное устройство в каталитическом нагревательном элементе содержит одну или несколько перфорированных газораспределительных трубок с диаметром отверстий перфорации, меньшим критического диаметра для проникновения пламени внутрь газораспределительной трубки и рассекателя струй, вытекающих из отверстий перфорации.

6. Водогрейный котел по п. 1, отличающийся тем, что трубчатая конструкция в каталитическом нагревательном элементе выполнена в виде водоохлаждаемого трубчатого теплообменника.

7. Водогрейный котел по п. 1, отличающийся тем, что в качестве катализатора в каталитическом нагревательном элементе используют армированный пористый материал, содержащий в качестве активных компонентов Co_3O_4 , CuO , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , металлы VIII группы, закрепленные на металлических носителях с помощью сплавов Ti-Al, Ni-Al, Ni-Cr, Ti-Si.

8. Водогрейный котел по п. 1, отличающийся тем, что в качестве топлива используют природный газ, пропан-бутановую смесь, отходящие газы нефтепереработки, факельные газы и др.

RU 2 1 9 6 9 3 3 C 2

RU 2 1 9 6 9 3 3 C 2

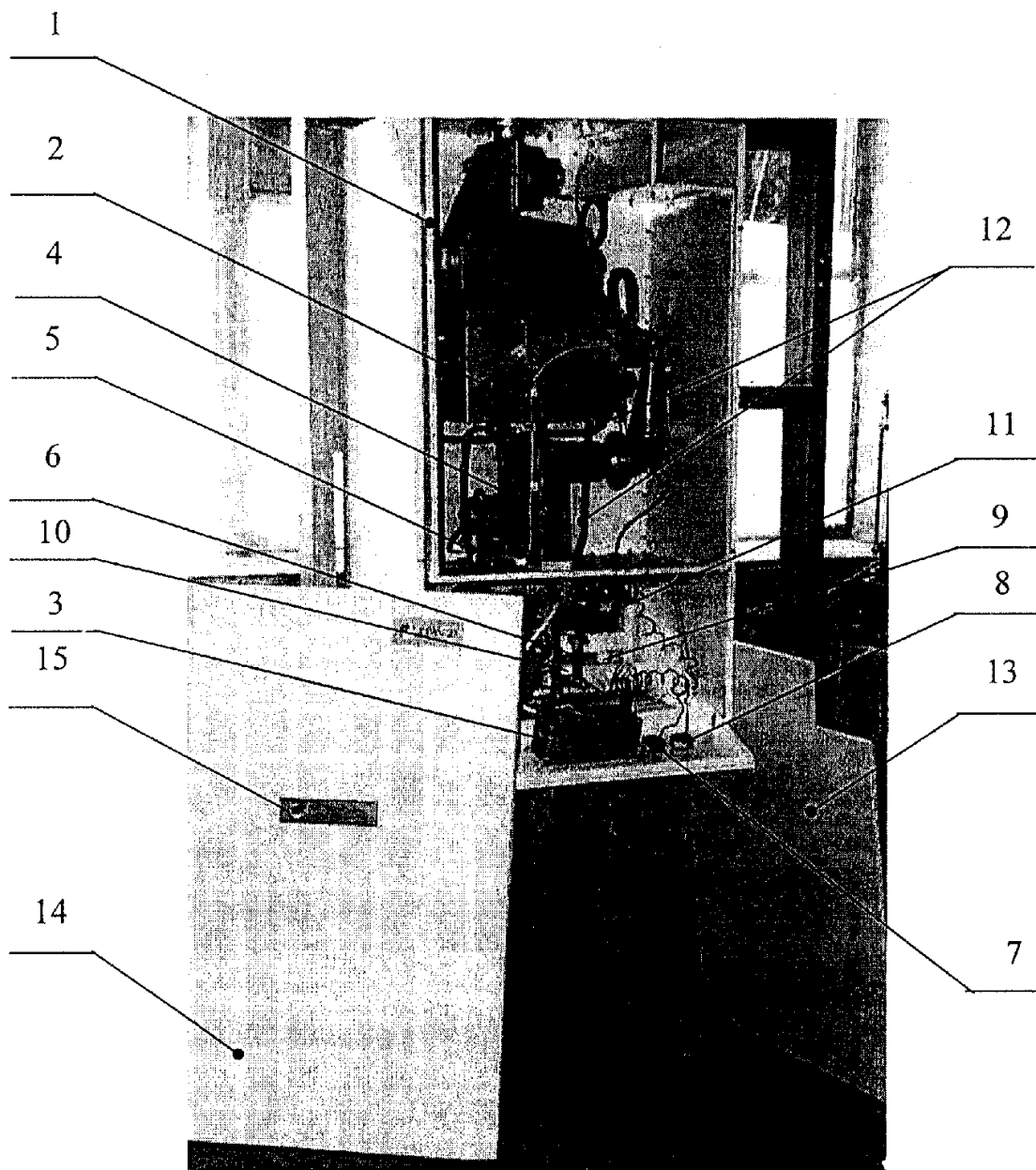
45

50

55

60

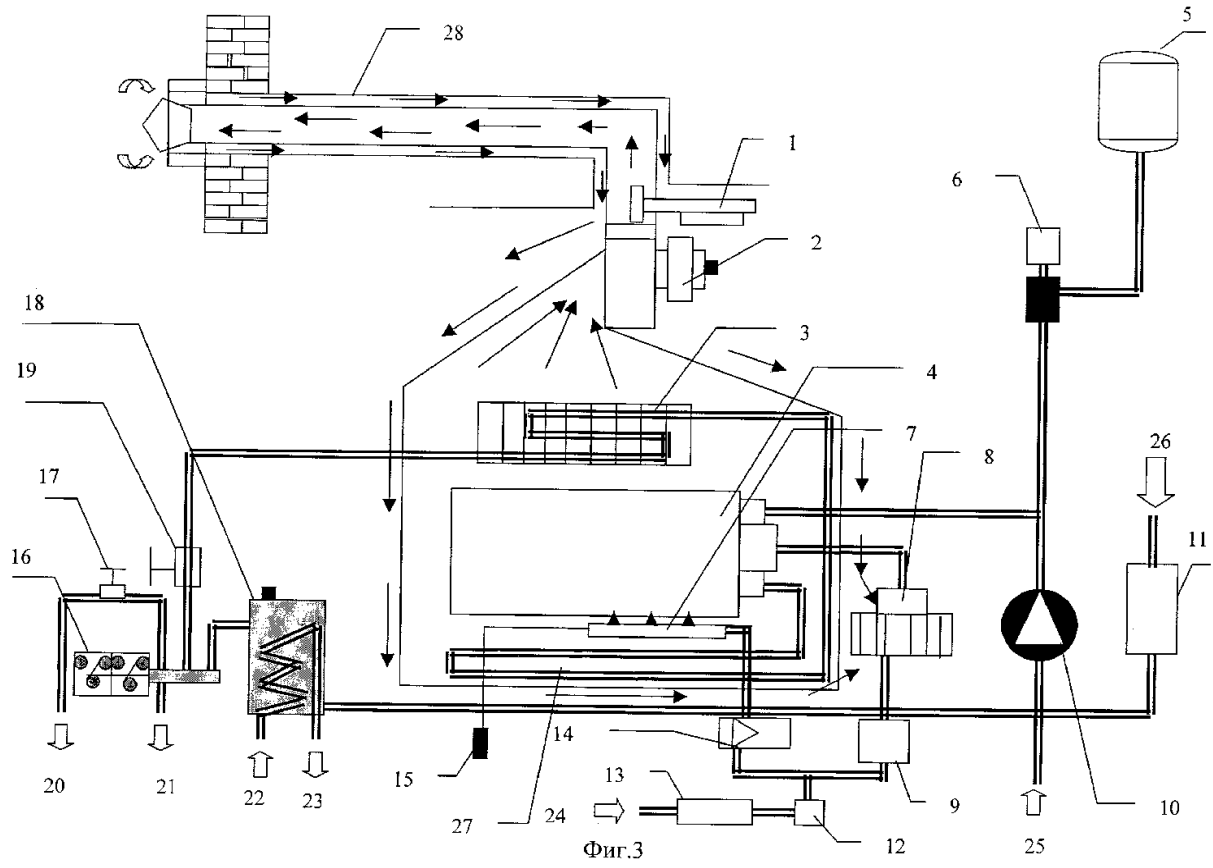
RU 2196933 C2



Фиг. 1

RU 2196933 C2

RU 2196933 C2



RU 2196933 C2