

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2749625

ОГНЕВОЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Смирнов Юрий Дмитриевич (RU), Сверчков Иван Павлович (RU), Пашкевич Мария Анатольевна (RU), Чукаева Мария Алексеевна (RU), Быкова Марина Валерьевна (RU)*

Заявка № 2020118429

Приоритет изобретения 25 мая 2020 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 16 июня 2021 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 25 мая 2040 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 33/22 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020118429, 25.05.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.05.2020

Дата регистрации:
16.06.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.05.2020

(45) Опубликовано: 16.06.2021 Бюл. № 17

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Смирнов Юрий Дмитриевич (RU),
Сверчков Иван Павлович (RU),
Пашкевич Мария Анатольевна (RU),
Чукаева Мария Алексеевна (RU),
Быкова Марина Валерьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2132998 C1, 10.07.1999. RU
2596797 C1, 10.09.2016. RU 2631614 C1,
25.09.2017. US 6260426 B1, 17.07.2001. GB 210756
A, 28.10.1970.

(54) ОГНЕВОЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

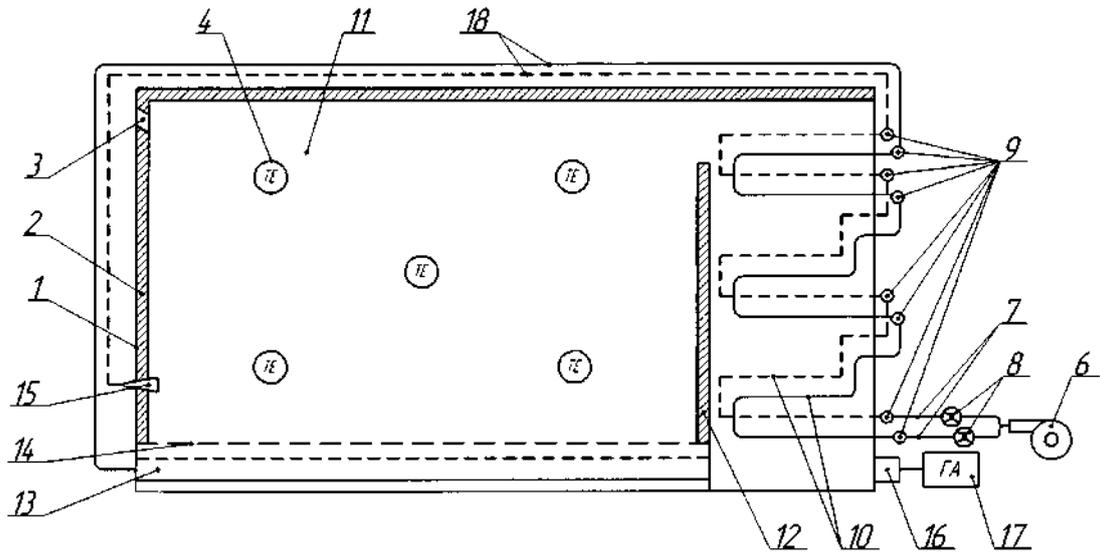
(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам для моделирования процессов сжигания твердого, жидкого топлива и их комбинаций. Оно обеспечивает возможность моделирования процесса сжигания топлива в топках котельных агрегатов с возможностью контроля и управления технологическими параметрами в широких диапазонах. Техническим результатом является создание огневого стенда для испытания различных видов топлива с возможностью измерения параметров горения внутри камеры сгорания во всем объеме работы стенда и получение достоверной информации о процессе горения с последующим анализом газовых проб. Огневого стенда для испытания различных видов топлива может применяться для факельного и

слоевого сжигания. Преимуществами предлагаемого огневого стенда для испытания различных видов топлива являются его многофункциональность, так как с его помощью можно проводить испытания горелочных устройств различных типов, экспериментальное изучение факельного и слоевого процессов горения различных видов топлив, возможность управления температурой сжигания в широких диапазонах путем изменения длины воздухоподогревателя, изучение состава отходящих газов в зависимости от различных условий сжигания твердых и жидких топлив. Огневого стенда для испытания различных видов топлива может применяться для факельного и слоевого сжигания. 2 ил.

RU 2 749 625 C1

RU 2 749 625 C1



Фиг. 1

RU 2749625 C1

RU 2749625 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01N 33/22 (2021.02)

(21)(22) Application: **2020118429, 25.05.2020**

(24) Effective date for property rights:
25.05.2020

Registration date:
16.06.2021

Priority:

(22) Date of filing: **25.05.2020**

(45) Date of publication: **16.06.2021 Bull. № 17**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Smirnov Yuriy Dmitrievich (RU),
Sverchkov Ivan Pavlovich (RU),
Pashkevich Mariya Anatolevna (RU),
Chukaeva Mariya Alekseevna (RU),
Bykova Marina Valerevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **FIRE STAND FOR TESTING VARIOUS TYPES OF FUEL**

(57) Abstract:

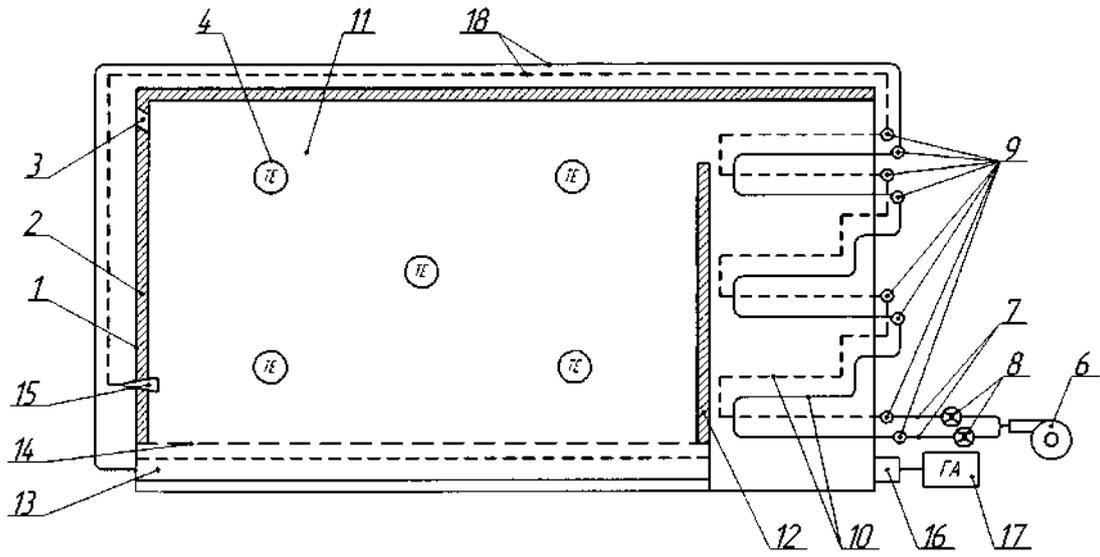
FIELD: fuel power industry.

SUBSTANCE: invention relates to a device for simulating the combustion of solid, liquid fuels and their combinations. It provides the ability to simulate the process of fuel combustion in the furnaces of boiler units with the ability to monitor and control technological parameters in wide ranges. The fire stand for testing various types of fuel can be used for flare and layer combustion. The advantages of the proposed firing stand for testing various types of fuel are its versatility, since it can be used to test various types of burners, to experimentally study flare and layer combustion of various types of fuels, to control the

combustion temperature in wide ranges by changing the length of the air heater, to study composition of exhaust gases depending on various conditions of combustion of solid and liquid fuels. The fire stand for testing various types of fuel can be used for flare and layer combustion.

EFFECT: creation of a fire stand for testing various types of fuel with the ability to measure combustion parameters inside the combustion chamber throughout the entire scope of the stand and obtain reliable information about the combustion process with subsequent analysis of gas samples.

1 cl, 2 dwg



Фиг. 1

RU 2749625 C1

RU 2749625 C1

Изобретение относится к устройствам для моделирования процессов сжигания твердого, жидкого топлива и их комбинаций. Оно обеспечивает возможность моделирования процесса сжигания топлива в топках котельных агрегатов с возможностью контроля и управления технологическими параметрами (коэффициент избытка воздуха, температура сжигания, время нахождения частиц в камере сгорания) в широких диапазонах.

Известен стенд для исследования процесса зажигания и горения капли органоводугольного топлива (патент на изобретение РФ №2596797, опубл. 10.09.2016), содержащий полый цилиндр из кварцевого стекла, который с одной стороны соединен с нагнетательной системой для подачи воздуха, отверстие для подачи капли топлива, две термопары, которые через измеритель температуры связаны с персональным компьютером, вытяжную вентиляцию, причем полый цилиндр из кварцевого стекла размещена на нижней полке опорной металлической рамы в виде стеллажа с двумя расположенными друг над другом горизонтальными полками, один конец полого цилиндра соединен с выходом воздухонагревателя, соединенного с вентилятором высокого давления, другой конец полого цилиндра металлической гофрированной трубой соединен с вытяжной вентиляцией, в верхней части полого цилиндра выполнено два отверстия, при этом на верхней полке опорной рамы над первым отверстием полого цилиндра расположено координатное устройство, на подвижной части которого закреплена первая термопара с возможностью помещения конца спая термопары с закрепленной на ней каплей органоводугольного топлива внутрь полого цилиндра, а во второе отверстие полого цилиндра вставлена вторая термопара, обе термопары соединены с измерителем температуры, расположенным на верхней полке опорной рамы, при этом с внешней стороны полого цилиндра установлены высокоскоростная и кросскорреляционная видеокамеры, двойной импульсный лазер, а кросскорреляционная видеокамера и двойной импульсный лазер соединены с синхронизатором сигналов, причем воздухонагреватель, вентилятор высокого давления, вытяжная вентиляция, координатное устройство, измеритель температуры, высокоскоростная видеокамера, кросскорреляционная видеокамера, синхронизатор сигналов и аналитические весы соединены с персональным компьютером.

Недостатком стенда является малое количество измерителей температуры внутри топочной камеры, что уменьшает достоверность полученных данных о температуре горения в объеме стенда, а также ограниченность объемом подаваемого топлива для моделирования процесса сжигания.

Известна установка для изучения горения (патент на изобретение РФ №2700844, опубл. 23.09.2019), включающая оппозитно размещенные камеры подачи топливовоздушной смеси, сообщенные с источниками топливовоздушной смеси, снабженные щелевыми соплами, направленными в зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, и средства видеофиксации процесса горения. Камеры подачи топливовоздушной смеси выполнены в виде полых прямоугольных стаканов, скрепленных с фланцами, снабженными горизонтальными щелевыми прорезями, соосными друг другу и патрубками для подвода горючей смеси. Полости подачи топливовоздушной смеси заполнены негорючим несвязным наполнителем. Камеры подачи топливовоздушной смеси охвачены герметичными рубашками охлаждения, снабженными патрубками для подвода и отвода охлаждающего агента. Зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, выполнен из пластин, размещенных между обращенными друг к другу торцами фланцев, для чего на поверхностях фланцев установлены шпильки, разнесенные за ширину их щелевых

прорезей, с возможностью опирания на них кварцевых пластин с прилеганием их кромок к поверхности фланцев.

Недостатком стенда является ограниченность подачи топливновоздушной смеси из-за конструктивного расположения щелевых сопел в зазор, образованный параллельными кварцевыми пластинами, что ограничивает количество данных о поведении различных видов подключаемых горелок в большем объеме.

Известен стенд для изучения характеристик горения и сжигания витающей капли органоводоугольного топлива (патент на полезную модель РФ №2631614, опубл. 30.11.2016), включающий опорную раму в виде стеллажа с двумя расположенными друг над другом горизонтальными полками. На нижней полке размещен вентилятор высокого давления, соединенный с воздухомнагревателем. На верхней полке расположена камера сгорания. На противоположных сторонах боковой поверхности обода камеры сгорания перпендикулярно ее оси и симметрично выполнены два отверстия, напротив одного из которых расположено координатное устройство. Во второе отверстие в боковой поверхности обода камеры сгорания вставлена термopара, соединенная с цифровым измерителем температуры, расположенным на верхней полке опорной рамы. С внешней стороны камеры сгорания установлены высокоскоростная видеокамера, кросскорреляционная видеокамера, двойной импульсный лазер, синхронизатор сигналов и аналитические весы.

Недостатком стенда является малое количество измерителей температуры внутри топочной камеры, что уменьшает достоверность полученных данных о температуре горения в объеме стенда.

Известно устройство для определения параметров воспламенения и горения твердых материалов (патент на полезную модель РФ №2274851, опубл. 20.04.2006), содержащее камеру с окнами, источник излучения, держатель образца, регулятор мощности, датчики температуры и блок определения кинетических параметров горения, а также оно снабжено компьютером и системой очистки дымовых газов; камера с окнами, расположенными в верхней и боковой частях, выполнена в виде вертикального цилиндра; держатель образца выполнен в виде съемной горизонтальной колосниковой решетки; датчики температуры установлены непосредственно в зоне горения, на входе и выходе из камеры; источник излучения выполнен в виде двух нагревательных элементов, расположенных, соответственно, в цилиндрической стенке камеры и под горизонтальной колосниковой решеткой; блок определения кинетических параметров горения выполнен в виде двух расположенных у наблюдательных окон видеокамер, подключенных к компьютеру, датчиков температуры, регулятора мощности и датчика давления, также соединенных с компьютером через аналогово-цифровой преобразователь, а система очистки дымовых газов выполнена в виде последовательно соединенных барботера, насадочного абсорбера и сепаратора, снабжена блоком отбора проб, линией циркуляции абсорбента, включающей в себя приемную ванну, вентиль, расходомер, форсунку, перекачивающий насос, и системой откачки дымовых газов состоящей из вентиля, ротаметра и вентилятора.

Недостатком данного устройства для определения параметров воспламенения и горения твердых материалов является количество измерителей температуры внутри топочной камеры, что уменьшает достоверность полученных данных о температуре горения в объеме стенда, а также необходимостью дополнительного анализа состава газовой смеси, что удлиняет процесс анализа параметров горения.

Известен огневой стенд для испытания горелочных устройств (патент на изобретение РФ №2132998, опубл. 19.01.1998), принятый за прототип, обеспечивающий возможность

моделировать условия сжигания топлива в любых топках технологических печей и судовых паровых котлов и получить различную степень экранирования топки в целом и по длине факела горелочного устройства, для чего огневой стенд снабжен узлами соединения со змеевиками, образующими экранирующую поверхность топки и комплектами съемных змеевиков, отличающихся диаметром труб и шагом их размещения, что позволяет изменять степень экранирования от 0 до 85%.

Недостатком стенда является измерение температуры только подводящей воды, ограниченность в подогреве дутья и наличие лишь смотровых окон, что усложняет возможность контроля температуры в камере сгорания и получение достоверной информации о процессе горения.

Техническим результатом является создание огневого стенда для испытания различных видов топлива с возможностью измерения параметров горения внутри камеры сгорания во всем объеме работы стенда и получении достоверной информации о процессе горения с последующим анализом газовых проб.

Технический результат достигается тем, что топливная система состоит из корпуса, выполненного в виде прямоугольного параллелепипеда с жестко присоединенной внутренней футеровкой, с торца, в верхней части корпуса выполнен узел крепления горелочных устройств цилиндрической формы, на боковой стенке корпуса установлено с возможностью съема крепление пяти термопар, на стенке в центре корпуса выполнено прямоугольное отверстие в которое установлена загрузочная дверь, газовоздушная система включает дутьевой вентилятор, который крепится с возможностью съема к нижней части стенки, и соединен шлангами последовательно с дросселями, штуцерами и воздухоподогревателями, под дутьевым вентилятором, снаружи корпуса установлен газоанализатор, который соединен с трубой отходящих газов, которая жестко закреплена в отверстии, которое выполнено в корпусе, причем воздухоподогреватели выполнены в виде комплектов змеевиков, между ними и камерой сгорания установлена внутренняя стенка, которая жестко закреплена на основание корпуса и ее высота составляет 3/4 высоты боковой стенки корпуса, внутри корпуса к его нижней части жестко прикреплены две перфорированные трубы, над ними установлена колосниковая решетка, к верхней части корпуса жестко закреплены две трубы для подачи воздуха, первая соединена через воздухоподогреватель с форсункой, которая жестко закреплена в нижней части стенки стенда, вторая труба для подачи воздуха соединена через воздухоподогреватель с перфорированным трубам.

Огневым стенд для испытания различных видов топлива поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - боковой разрез огневого стенда для испытания различных видов топлива;

фиг. 2 - общий вид огневого стенда для испытания различных видов топлива, где:

1 - корпус;

2 - футеровка;

3 - узел крепления горелочных устройств;

4 - термопары;

5- загрузочная дверь;

6 - дутьевой вентилятор;

7 - шланг;

8 - дроссель;

9 - штуцер;

10 - воздухоподогреватель;

11 - камера сгорания;

- 12 - внутренняя стенка;
- 13 - перфорированная труба;
- 14 - колосниковая решетка;
- 15 - форсунка;
- 5 16 - труба отходящих газов;
- 17 - газоанализатор;
- 18 - трубы для подачи воздуха.

Огневой стенд для испытания различных видов топлива состоит из топливной системы, состоящую из корпуса 1, выполненного в виде прямоугольного параллелепипеда с жестко присоединенной внутренней футеровкой 2 (фиг. 2). С торца, в верхней части корпуса выполнен узел крепления горелочных устройств 3 цилиндрической формы. На боковой стенке корпуса установлено с возможностью съема крепление пяти термопар 4, точки установки которых располагаются по прямоугольнику, четыре по углам и одна в центре. Три термопары расположены по 15 оси отверстия узла крепления горелочных устройств 3, а две - на равном удалении друг от друга (фиг. 1).

В стенке в центре корпуса 1 выполнено прямоугольное отверстие в которое установлена с возможностью съема загрузочная дверь 5 (фиг. 2).

Газовоздушная система состоит из дутьевого вентилятора 6, который крепится с 20 возможностью съема к нижней части стенки корпуса 1 и соединен шлангами 7 последовательно с дросселями 8, штуцерами 9 и воздухоподогревателями 10. Под дутьевым вентилятором 6, снаружи корпуса 1 установлен газоанализатор 17, который соединен с трубой отходящих газов 16. Труба отходящих газов 16 жестко закреплена в отверстии, которое выполнено в корпусе (фиг. 1).

Воздухоподогреватели 10 выполнены в виде комплектов змеевиков, отделенных от 25 камеры сгорания 11 внутренней стенкой 12, которая жестко закреплена на основании корпуса 1 и ее высота составляет $3/4$ высоты боковой стенки корпуса. Такая высота боковой стенки позволяет достичь равновесия в градиенте температур между температурой дутьевого воздуха и температурой отходящих газов и поток тепла, 30 вызванный неравномерным нагревом, оказывается скомпенсирован. При этом гидравлическое сопротивление боковой стенки при нормальной работе стенда не превышает 50 - 75 Па и не создается препятствие выходу отходящих газов от сжигания топлива.

Внутри корпуса 1 к его нижней части жестко прикреплены две перфорированные 35 трубы 13. От камеры сгорания 11 перфорированные трубы 13 отделены колосниковой решеткой 14, закреплённой на корпусе 1 с возможностью съема (фиг. 1, 2).

От воздухоподогревателей 10 к верхней части корпуса 1 жестко закреплены две 40 трубы для подачи воздуха 18, выполненные например из металла. Первая труба для подачи воздуха 18 соединяет воздухоподогреватель 10 с форсункой 15, которая жестко закреплена в нижней части стенки стенда. Вторая труба для подачи воздуха 18 соединяет воздухоподогреватель 10 с перфорированным трубам 13 (фиг. 1).

Огневой стенд для факельного сжигания работает следующим образом. Перед пуском 45 огневого стенда на колосниковую решетку 14 распыляется через форсунку 15 топливо подсветки, включается дутьевой вентилятор 6, дроссель 8 для регулирования дутья для факельного сжигания - открыт. После достижения требуемой температуры, измеренных термопарами 4 в камере сгорания 11 выставляются требуемые параметры расхода воздуха при помощи дросселей 8.

Выставляется требуемый расход топлива (мазута, топливных суспензий и эмульсий,

растительного топлива и др.) через форсунку 15 и устанавливаются давление и расход первичного воздуха, необходимого для работы горелочного устройства, которое устанавливается в отверстие узла крепления горелочных устройств 3. После начала распыления, устанавливаются параметры вторичного воздуха, необходимого для сжигания топлива, которое регулируется дросселем 8 для регулирования дутья для факельного сжигания. Вторичный воздух проходит через воздухоподогреватели 10, где нагревается и поступает через форсунку 15 в камеру сгорания 11. При этом контролируется температура в камере сгорания при помощи термодатчиков 4. Отходящие газы от сгоревшего топлива проходят через воздухоподогреватель 10, по которым внутри проходит вторичный воздух, необходимый для сжигания топлива. При этом температура отходящих газов снижается, а температура вторичного воздуха увеличивается. При необходимости изменения температуры в камере сгорания 11, осуществляется подача воздуха только к части воздухоподогревателя 10 путем переключения дутьевого вентилятора 6 через шланги 7 к штуцерам 9, расположенным на змеевиках воздухоподогревателя 10. Отходящие газы при этом выбрасываются через трубу отходящих газов 16. Анализ состава газовых проб осуществляется при помощи газоанализатора 17, соединенного с трубой отходящих газов 16.

Огневой стенд для слоевого сжигания (угля, торфа, пеллетов, брикетов, древесины и др.) работает следующим образом:

Перед пуском огневого стенда на колосниковую решетку 14 закладывается топливо подсветки, включается дутьевой вентилятор 6, дроссель 8, для регулирования дутья для слоевого сжигания при этом полностью открыт. После достижения требуемой температуры, измеренных термодатчиками 4 в камере сгорания 11 выставляются требуемые параметры расхода воздуха при помощи дросселей 8.

Топливо забрасывается через загрузочную дверь 5, расположенную в стенке корпуса 1 и устанавливается расход дутьевого воздуха, который регулируется дросселем 8. Воздух проходит через змеевики воздухоподогревателя 10, где нагревается и поступает через перфорированные трубы 13 и колосниковую решетку 14 в слой топлива. При горении контролируется температура в камере сгорания при помощи термодатчиков 4. Отходящие газы от сгоревшего топлива проходят через воздухоподогреватель 10, по которым внутри проходит вторичный воздух необходимый для сжигания топлива. При этом температура отходящих газов снижается, а температура вторичного воздуха, необходимого для сжигания топлива увеличивается. При необходимости изменения температуры в камере сгорания 11, возможно осуществлять подачу воздуха только к части воздухоподогревателя путем переключения дутьевого вентилятора 6 к штуцерам 9, расположенным на змеевиках воздухоподогревателя 10. Отходящие газы при этом выбрасываются через трубу отходящих газов 16. Анализ состава газовых проб осуществляется при помощи газоанализатора 17 соединенного с трубой отходящих газов 16.

Огневой стенд для испытания различных видов топлива может применяться для факельного и слоевого сжигания. Преимуществами предлагаемого огневого стенда для испытания различных видов топлива является его многофункциональность, так как с его помощью можно проводить испытания горелочных устройств различных типов, экспериментальное изучение факельного и слоевого процессов горения различных видов топлив, возможность управления температурой сжигания в широких диапазонах путем изменения длины воздухоподогревателя, изучение состава отходящих газов в зависимости от различных условий сжигания твердых и жидких топлив.

(57) Формула изобретения

Огневой стенд для испытания различных видов топлива, содержащий топливную систему, газовоздушную систему и комплекты змеевиков, отличающийся тем, что топливная система состоит из корпуса, выполненного в виде прямоугольного параллелепипеда с жестко присоединенной внутренней футеровкой, с торца, в верхней части корпуса выполнен узел крепления горелочных устройств цилиндрической формы, на боковой стенке корпуса установлено с возможностью съема крепление пяти термодатчиков, на стенке в центре корпуса выполнено прямоугольное отверстие, в которое установлена загрузочная дверь, газовоздушная система включает дутьевой вентилятор, который крепится с возможностью съема к нижней части стенки и соединен шлангами последовательно с дросселями, штуцерами и воздухоподогревателями, под дутьевым вентилятором снаружи корпуса установлен газоанализатор, который соединен с трубой отходящих газов, которая жестко закреплена в отверстии, которое выполнено в корпусе, причем воздухоподогреватели выполнены в виде комплектов змеевиков, между ними и камерой сгорания установлена внутренняя стенка, которая жестко закреплена на основании корпуса и ее высота составляет $3/4$ высоты боковой стенки корпуса, внутри корпуса к его нижней части жестко прикреплены две перфорированные трубы, над ними установлена колосниковая решетка, к верхней части корпуса жестко закреплены две трубы для подачи воздуха, первая соединена через воздухоподогреватель с форсункой, которая жестко закреплена в нижней части стенки стенда, вторая труба для подачи воздуха соединена через воздухоподогреватель с перфорированными трубами.

25

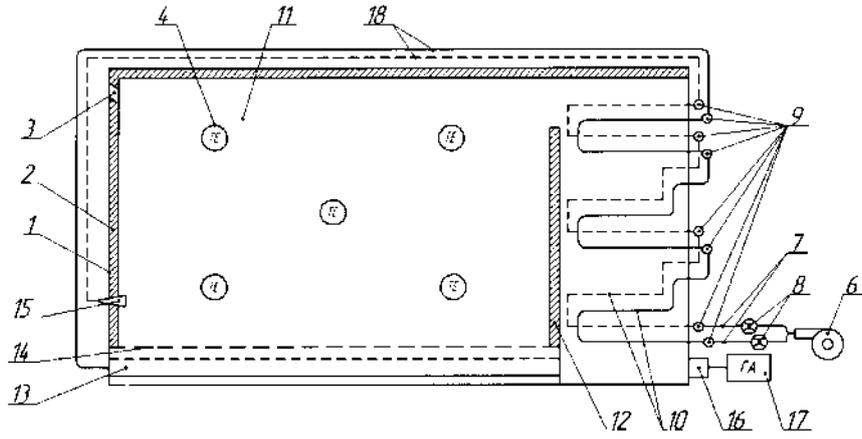
30

35

40

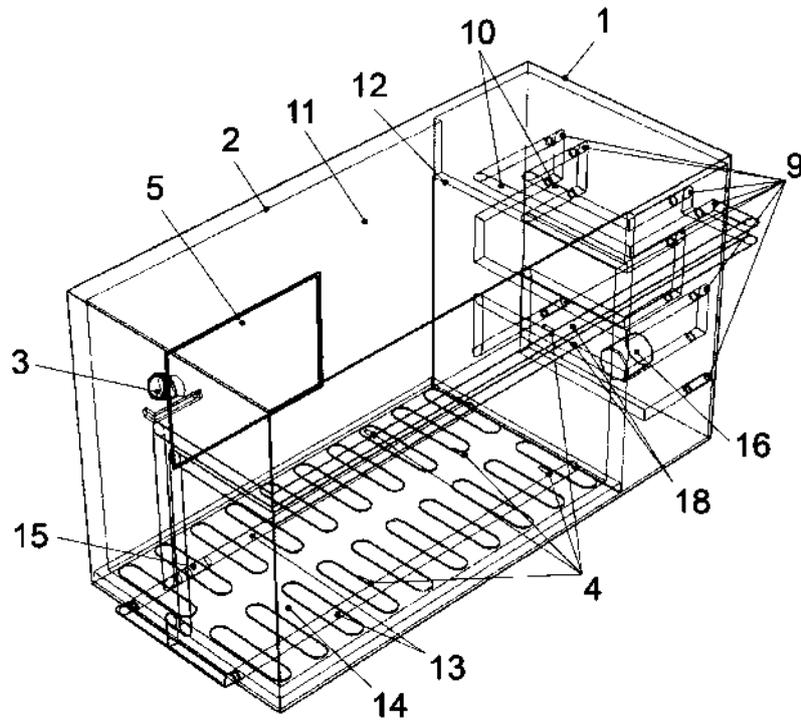
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2