

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **21567**

(13) **С1**

(46) **2018.02.28**

(51) МПК

F 27B 3/02 (2006.01)

F 27B 3/22 (2006.01)

F 27B 3/26 (2006.01)

(54)

АГРЕГАТ ГАЗОВЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ

(21) Номер заявки: а 20140569

(22) 2014.10.28

(43) 2016.06.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Кабишов Сергей Михайлович; Ратников Павел Энгелевич; Трусова Ирина Александровна; Менделев Дмитрий Владимирович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) RU 2017056 С1, 1994.

RU 2309991 С2, 2007.

RU 2495346 С2, 2013.

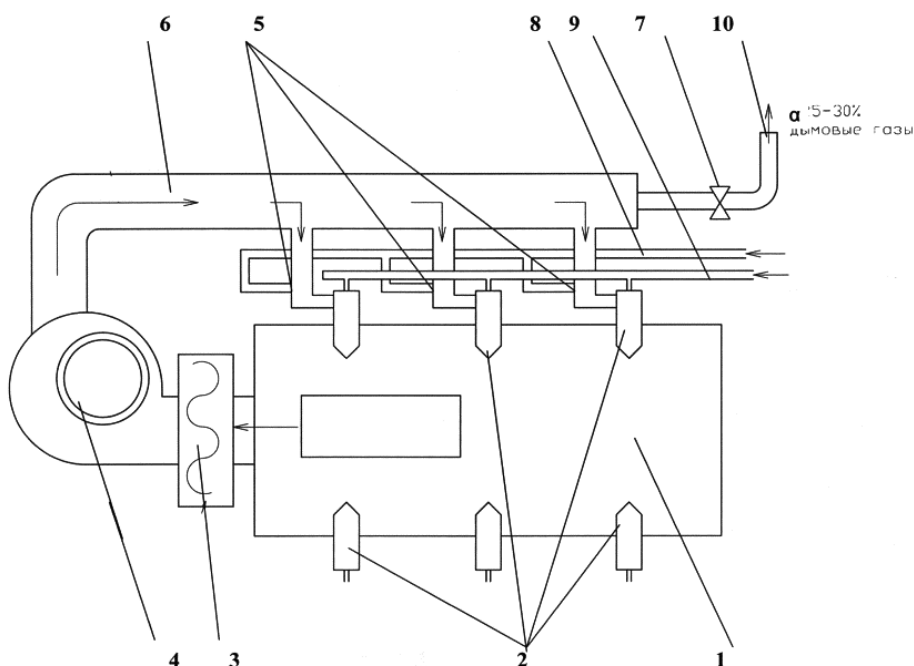
RU 116613 U1, 2012.

RU 2278325 С1, 2006.

ВУ 11501 С1, 2009.

(57)

Агрегат газовый нагревательный, содержащий футерованный металлический корпус с рабочей камерой и горелочными устройствами, рекуперативный теплообменник, соединенный с рабочей камерой и дымовым коллектором посредством дымососа, смесительные камеры, каждая из которых соединена с соответствующим горелочным устройством и дымовым коллектором, газопровод для подачи газообразного топлива, соединенный с горелочными устройствами, и газопровод для подачи кислорода, соединенный со смесительными камерами, при этом дымовой коллектор оснащен средством регулирования и поддержания оптимального рабочего давления в нем.



ВУ 21567 С1 2018.02.28

Изобретение относится к металлургической и машиностроительной отраслям промышленности, в частности к технологии и устройствам для высокотемпературного нагрева металлических заготовок перед их последующей технологической обработкой.

Известны способы нагрева металла путем сжигания газообразного топлива в замкнутом объеме камеры сжигания печи, футерованной огнеупорным материалом [1].

Недостатком известной технологии является значительный расход топлива на нагрев металла, традиционных массивных материалов футеровки и пода печи, отсутствие подогрева воздуха на горение, рециркуляции отходящих газов в камере сжигания, наличие в ней застойных зон, низкие коэффициенты лучистого и конвективного теплообмена.

Реализующие известную технологию устройства - тепловые газовые печные нагревательные агрегаты - камерные, проходные, методические и т.п. нагревательные печи, которые, как следствие недостатков используемых способов нагрева обладают крайне низким термическим коэффициентом полезного действия - КПД [2].

Используемые в них традиционные инжекционные факельные горелочные устройства, как правило, создают в объеме печи локальные зоны высокой температуры, которые определяют возникновение мощных локальных тепловых потоков, приводящих к разрушению футеровки и температурным деформациям заготовок, т.е. к браку.

С локальными тепловыми потоками борются путем увеличения внутреннего объема печи, что приводит к снижению полезного использования тепла дымовых газов собственно на нагрев металла, в результате чего генерированное тепло используется неэффективно.

Большинство промышленных агрегатов газовых нагревательных не оборудованы системами рекуперации тепла уходящих дымовых газов, а тепловые и гидродинамические режимы этих газовый печных агрегатов требуют существенного совершенствования.

Известные технологии и агрегаты для нагрева металла чрезмерно энергозатратны и имеют очень низкий тепловой КПД (5-15 %) [3].

В качестве прототипа принят агрегат газовый нагревательный, включающий футерованный металлический корпус, рабочая камера которого оснащена горелочными устройствами, соединенными посредством трубопроводных коллекторов со средством подачи газообразного топлива на основе кислорода воздуха и горючего газа, например природного газа, и со средством подачи воздуха в рекуперативный теплообменник и дымосос [4].

Наличие рекуперативного теплообменника позволяет осуществлять подогрев первичного воздуха, подающегося на горение, за счет теплоты уходящих дымовых газов после сжигания газообразного топлива.

Недостаток прототипа проявляется в неэффективном использовании современных газогорелочных устройств, имеющих широкий диапазон регулирования мощности, позволяющих выполнять регулирование соотношения газ-кислород воздуха, осуществляющих более равномерный нагрев в рабочем пространстве печи.

Отсутствие технологичной рециркуляции подаваемого на горение воздуха и дымовых газов, изменяющей оптические характеристики высокотемпературного рабочего пространства печи, влияющие на качество и эффективность процесса горения и нагрева.

При сжигании топлива, например природного газа, в высокотемпературных технологических установках в качестве окислителя используется кислород воздуха, стоимость которого соизмерима или превышает стоимость природного газа. Основные тепловые потери в таких установках определяются температурой и количеством уходящих газов. Воздух на 71 % состоит из азота, теплота, выделяющаяся при сжигании топлива, частично расходуется на нагрев азота, поступающего в составе воздуха горения. В результате возникают высокие потери с уходящими газами: перерасход топлива на подогрев азота, тепловое загрязнение атмосферы, высокое количество окиси азота - NO_x .

Энергетические потери можно уменьшить путем рекуперации теплоты уходящих газов для подогрева воздуха на горение по прототипу, но за счет большого объема продуктов сгорания, в которых более 70 % азота, теряется до 30-40 % и более теплоты.

Задачей изобретения является разработка комплексной технологии повышения энергоэффективности, экологии и производительности нагревательного агрегата путем экономии топлива, интенсификации процессов теплообмена, улучшение экологических характеристик оборудования и повышение КПД.

Поставленная задача достигается тем, что агрегат газовый нагревательный содержит футерованный металлический корпус с рабочей камерой и газогорелочными устройствами, рекуперативный теплообменник, соединенный с рабочей камерой и дымовым коллектором посредством дымососа, смесительные камеры, каждая из которых соединена с соответствующим горелочным устройством и дымовым коллектором, газопровод для подачи газообразного топлива, соединенный с горелочными устройствами, и газопровод для подачи кислорода, соединенный со смесительными камерами, при этом дымовой коллектор оснащен средством регулирования и поддержания оптимального рабочего давления в нем.

Технический результат изобретения проявляется в повышении коэффициента полезного действия - КПД горелочного устройства и в уменьшении тепловых потерь с уходящими газами их экологии и снижения количества NO_x .

Для лучшего понимания изобретение поясняется фигурой, где показан общий вид агрегата газового нагревательного, преимущественно, для нагрева металлических изделий перед последующей механической обработкой.

Агрегат газовый нагревательный включает металлический футерованный корпус с рабочей камерой 1 с горелочными устройствами 2, выходной коллектор рабочей камеры 1 оснащен рекуперативным теплообменником 3, который посредством дымососа 4 газопроводами соединен с системой подачи топлива в горелочные устройства 2 на основе кислорода воздуха и горючего газа, агрегат дополнительно снабжен смесительными камерами 5 технически чистого кислорода с отходящими дымовыми газами, газодинамически связанными с каждым горелочным устройством 2. Дымовой коллектор 6 дымососа 4 оснащен средством 7 регулирования и поддержания оптимального рабочего давления в дымовом коллекторе 6.

Горелочные устройства 2 соединены посредством газопроводов 8, 9 соответственно с кислородным и газовыми коллекторами системы подачи газообразного топлива в горелочные устройства 2 на основе кислорода воздуха, горючего газа, преимущественно природного газа, и подачей отходящих дымовых газов в смесительные камеры 5.

В процессе работы агрегата газового нагревательного дымовые газы из рабочей камеры 1 после отработки в рекуперативном теплообменнике 3 посредством дымососа 4 подаются в дымовой коллектор 6, откуда поступают в смесительные камеры 5, образуя в них топливный полупродукт с технически чистым кислородом, нагнетаемым из газопровода 8 кислородного коллектора.

Таким образом, перед горелочными устройствами 2 в дымовые газы добавляют газопроводом 8 кислород из кислородного коллектора, а газопроводом 9 из газового коллектора в горелочное устройство 2 подают газообразное топливо, например природный газ. Избыточное количество дымовых газов через дымовую трубу 10 выбрасывают в атмосферу либо дымовые газы могут быть использованы для подогрева воды, воздуха и других нужд производства. При этом дымовой коллектор 6 оснащен средством 7 поддержания требуемого давления в дымовом коллекторе 6.

Неочевидность нового конструктива эффективного агрегата газового нагревательного газопотребляющего агрегата для сжигания природного газа с технически чистым кислородом заключается в следующем:

азот воздуха заменяется дымовыми газами, которые поступают в горелочные устройства 2 непосредственно после дымососа 4. Избыточное количество дымовых газов (около 25-30 % в зависимости от коэффициента избытка смеси кислорода с дымовыми газами α);

технически чистый кислород, который можно получить в криогенной либо адсорбционной установке, добавляют в дымовые газы непосредственно перед горелочными устройст-

BY 21567 C1 2018.02.28

вами либо при необходимости в специальной камере смешения (коллекторе), удаленной от веществ легковоспламеняющихся в присутствии кислорода;

конструкция горелочного устройства и технологические параметры (давление газа, смеси окислителя с дымовыми газами и пр.) не требуют существенных изменений. Замена необходима лишь в случае, если горелка не предназначена для работы с подогретым воздухом либо температура подогрева воздуха значительно отличается от той, которую будет иметь смесь дымовых газов и кислорода на входе в горелку, а диапазон ее регулирования не позволяет установить параметры расхода и давления газов, необходимые для нормальной работы;

в случае если температура дымовых газов перед дымососом превышает допустимый уровень (около 400-500 °С для высокотемпературных дымососов), то перед ним устанавливается теплообменник, в котором можно получать горячую воду, перегретый пар и т.п. в зависимости от теплосодержания дымовых газов и технологических потребностей предприятия;

Преимущества настоящего изобретения и технологии сжигания топлива в следующем:

1. Капитальные затраты на изменение конструкции газопотребляющего агрегата минимальны. Требуется лишь дополнительные вложения для строительства кислородной станции либо подвода кислородной линии от существующих источников кислорода.

2. Экологический эффект заключается в том, что в смеси газа, кислорода и балластных дымовых газов отсутствует азот, что исключает саму возможность образования NO_x . Кроме того, уменьшаются выбросы парниковых газов за счет снижения топливопотребления, что будет доказано ниже.

3. Энергетическая эффективность обеспечивается не только за счет уменьшения тепловых потерь с дымовыми газами, но также за счет высокой температуры смеси дымовых газов и кислорода перед горелочным устройством. В случае, если температура дымовых газов выше 500 °С и в установке используется высокотемпературный дымосос, способный работать при более высоких температурах, эффективность такой рециркуляции будет существенно выше, чем у применяемых в настоящее время рекуперативных теплообменников.

4. Новый конструктив агрегата газового нагревательного по использованию кислорода при сжигании газообразного топлива не требует использования воздухоудовки, что позволяет сократить затраты электроэнергии при работе газопотребляющих установок.

5. Положительный эффект от реализации предлагаемой технологии достигается также за счет увеличения степени черноты дымовых газов, которые состоят фактически только из CO_2 и H_2O с небольшим количеством кислорода, зависящей от коэффициента избытка окислителя, что способствует интенсификации радиационного теплообмена в рабочем пространстве газопотребляющего агрегата.

Новое техническое решение агрегата газового нагревательного по изобретению позволяет сократить потребление топлива нагревательной печью до 40-45 %, повысить ее термический КПД до 35-45 %, значительно повысить качество термообработки или горячей штамповки и готовых изделий.

Как следует из сравнительного анализа уровня техники и новой конструкции агрегата газового нагревательного, подача технически чистого кислорода из воздуха совмещена с рекуперацией тепла отходящих дымовых газов, что позволяет утилизировать бросовое тепло агрегата газового нагревательного на горение и другие технологические нужды, существенно снизить температуру отходящих газов и тепловое загрязнение окружающей среды.

Применение полупродукта дымовые газы-кислород в топливной смеси для горения топлива в нагревательном агрегате, позволяет оптимизировать соотношение "газ-воздух", при работе агрегата, снизить потребление топлива, уменьшить окалинообразование, повысить качество термообработки, безопасность работы.

BY 21567 C1 2018.02.28

Новый конструктив агрегата газового нагревательного, результаты исследований тепломассообменных и гидродинамических технологических режимов свидетельствует о том, что за счет его технического совершенствования можно добиться улучшения равномерности нагрева и снижения угара металла, повышения качества термообработки и существенного снижения расхода топлива.

Промышленное освоение агрегата газового нагревательного предполагается на территории Беларуси и стран СНГ.

Источники информации:

1. RU 2002109544, МПК F 27B 3/00.
2. RU 2002109546, МПК F 27B 3/00.
3. RU 2278325, МПК F 27B 3/00.
4. Патент RU 2017056, МПК F 27B 3/00-3/26 (прототип).