



(51) МПК
F23C 6/04 (2006.01)
F23C 3/00 (2006.01)
F23C 9/00 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010144947/06, 02.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 02.11.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.11.2010

(45) Опубликовано: 27.03.2012 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: RU 2350838 C1, 27.03.2009. RU 94023440
 A1, 10.11.1996. WO 94/27086 A1, 24.11.1994. US
 6138588 A, 31.10.2000. FR 2415264 A1,
 17.08.1979. GB 1292606 A, 11.10.1972.

Адрес для переписки:

650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28,
 КузГТУ, отдел управления
 интеллектуальными ресурсами

(72) Автор(ы):

**Афанасьев Юрий Олегович (RU),
 Богомолов Александр Романович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "Кузбасский государственный технический
 университет имени Т.Ф.
 Горбачева" (КузГТУ) (RU)**

(54) НИЗКОЭМИССИОННЫЙ ЦИКЛОННЫЙ РЕАКТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к топочным устройствам, к технологии низкотемпературного сжигания низкосортных топлив, а именно к установкам для полного сжигания мелкодисперсного органического сырья для производства тепловой энергии. Низкоэмиссионный циклонный реактор имеет вертикальный корпус, состоящий из первой конической ступени и, по меньшей мере, из трех цилиндрических ступеней разделения измельченного топлива на фракции. Топливо и первичный воздух тангенциально подается в первую коническую ступень реактора под углом $\beta=2,5^\circ$, что позволяет использовать

топливо размером частиц до 3 мм. Вторичный воздух тангенциально подается в верхнюю часть третьей ступени при фиксированном положении заслонок с углом $\varphi=78^\circ-88^\circ$. Для удаления золы из верхней ступени реактора предусмотрены трубы золоудаления, соединяющие верхнюю ступень с бункером для шлака и золы. Техническим результатом изобретения является повышение эффективности сжигания измельченного топлива, расширение диапазона фракционного состава, повышение качества и простоты регулирования топочного процесса, а также снижение содержания окислов азота в дымовых газах. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 446 350 C1

RU 2 446 350 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

F23C 6/04 (2006.01)*F23C 3/00* (2006.01)*F23C 9/00* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2010144947/06, 02.11.2010**(24) Effective date for property rights:
02.11.2010

Priority:

(22) Date of filing: **02.11.2010**(45) Date of publication: **27.03.2012 Bull. 9**

Mail address:

**650000, g.Kemerovo, ul. Vesennjaja, 28, KuzGTU,
otdel uprvlenija intellektual'nymi resursami**

(72) Inventor(s):

**Afanas'ev Jurij Olegovich (RU),
Bogomolov Aleksandr Romanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Kuzbasskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
T.F. Gorbacheva"(KuzGTU) (RU)****(54) LOW-EMISSION CYCLONE REACTOR**

(57) Abstract:

FIELD: power industry.

SUBSTANCE: low-emission cyclone reactor has vertical housing consisting of the first conical stage and at least three cylindrical separation stages of crushed fuel into fractions. Fuel and primary air is tangentially supplied to the first conical stage of reactor at angle $\beta=2.5^\circ$, which allows using the fuel with particle size of up to 3 mm. Secondary air is tangentially supplied to upper part of the third stage at fixed position of gate

valves at angle $\varphi=78^\circ-88^\circ$. In order to remove ash from upper reactor stage there provided are ash removal pipes attaching the upper stage to slag and ash hopper.

EFFECT: increasing combustion efficiency of crushed fuel, enlarging the range of particle size distribution, improving the quality and simplifying the burning process control, and reducing the content of nitrogen oxides in flue gases.

2 cl, 3 dwg

Изобретение относится к топочным устройствам, к технологии низкотемпературного сжигания низкосортных топлив, а именно к установкам для полного сжигания мелкодисперсного органического сырья для производства тепловой энергии.

5 Известно устройство «Вихревая топка» для полного сжигания твердого топлива, преимущественно фрезерного торфа, древесных и растительных отходов (RU №2126932 C1, МПК F23B 1/38, оп. 27.02.1999).

10 Вихревая топка содержит вертикальную вихревую камеру сгорания с газовыпускным окном, отбойный уступ, тангенциальные сопла, дополнительную решетку или золовыпускное отверстие, причем дно камеры выполнено с уклоном под углом 10°-50° к дожигательной решетке, над которой расположено тангенциальное сопло.

15 Недостатки известной установки: а) конструкция топки содержит застойные зоны (например, до и после отбойного выступа), в которых будет скапливаться зола с частицами несгоревшего топлива; б) частицы топлива, имеющие разный размер и массу, будут двигаться по различным траекториям, легкие частицы топлива вместе с мелкой золой будут уноситься дымовыми газами через газовыпускное окно.

20 Следовательно, снижается экономичность топки и с дымовыми газами уносится повышенное количество золы.

Известно также устройство «Циклонная топка» (RU №2105239 C1, МПК F23C 3/00, оп. 20.02.1998).

25 Циклонная топка содержит, по меньшей мере, две расположенные параллельно вихревые камеры, выполненные с взаимно встречной закруткой и сообщенные между собой посредством пересечения их контуров.

30 Недостатками известной установки являются: сложность регулирования процесса горения при движении потоков со встречной закруткой. Такое взаимодействие способствует возникновению концентрированных вихрей в центре вихревых камер и повышенному уносу частиц топлива и золы из топки. Такие вредные явления влияют на экономичность топки и на работу котлоагрегата в целом.

35 Из известных технических решений наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является «Высокотемпературный циклонный реактор» (RU 2350838 C1, МПК F23C 5/24 оп. 27.03.2009).

40 Высокотемпературный циклонный реактор содержит вертикальный корпус, состоящий, по меньшей мере, из четырех ступеней разделения измельченного топлива на фракции, топливо и окислитель тангенциально подаются в нижнюю ступень реактора. Ступени разделения представляют собой цилиндрические секции, причем диаметр каждой ступени в 1,3-1,5 раз больше, чем диаметр предыдущей ступени, а размер верхней (например, четвертой) ступени больше, чем предыдущей, в 1,4-1,5 раз. Ступени разделения между собой образуют полки, причем полка третьей ступени содержит вертикальные каналы рециркуляции топлива, соединяющие полки третьей и

45 второй ступени. В третью ступень разделения тангенциально подается вторичный подогретый воздух, расход которого регулируется заслонками. Для удаления золы из верхней ступени реактора предусмотрены трубы золоудаления, соединяющие верхнюю ступень с бункером для шлака и золы.

50 Недостатками известной установки являются: сложность конструкции, связанная с использованием каналов рециркуляции топлива и регулируемых заслонок подачи вторичного воздуха. Испытание данной конструкции при сжигании измельченного угля и биомассы показало низкую эффективность указанных элементов. Каналы

рециркуляции забиваются коксующимся топливом.

Техническим результатом изобретения является повышение эффективности сжигания измельченного топлива, расширение диапазона фракционного состава, повышение качества и простоты регулирования топочного процесса, а также

5 снижение содержания окислов азота в дымовых газах.
 Указанный технический результат достигается тем, что в низкоэмиссионном циклонном реакторе, содержащем вертикальный корпус, включающий, по меньшей мере, четыре ступени разделения топлива на фракции, первая коническая ступень

10 имеет кольцевой канал перемешивания топлива и окислителя с прямоугольными соплами, а третья цилиндрическая ступень - кольцевой канал подвода вторичного воздуха с заслонками, согласно изобретению первая ступень выполнена конической, причем угол наклона стенки конуса и прямоугольных сопел $\beta=2,5^\circ$.

15 Указанный технический результат достигается также тем, что заслонки выполнены с фиксированным углом поворота $\varphi=78^\circ-88^\circ$.
 Изобретение поясняется чертежами, где на фиг.1 показана принципиальная схема низкоэмиссионного циклонного реактора; на фиг.2 - поперечное сечение А-А первой ступени; на фиг.3 - поперечное сечение Б-Б третьей ступени реактора.

20 Низкоэмиссионный циклонный реактор содержит вертикальный корпус 1, который включает первую коническую ступень 2 с наклоном стенки $\beta=2,5^\circ$, с кольцевым каналом 3 перемешивания топлива и окислителя, с тангенциальной подачей смеси через прямоугольные сопла 4, наклоненные на угол $\beta=2,5^\circ$, соответствующий углу наклона стенки конуса, и трубу 5 ввода горелки. Диаметр второй цилиндрической

25 ступени 6 в 1,3 раза больше, чем верхний диаметр конуса первой конической ступени 2. Третья цилиндрическая ступень 7 содержит кольцевой канал 8 подвода вторичного воздуха с фиксированным углом поворота заслонок 9 $\varphi=78^\circ-88^\circ$. Четвертая цилиндрическая ступень 10 имеет выхлопную трубу 11 и соединена

30 трубами 12 золоудаления с бункером 13, который соединен с первой конической ступенью 2 реактора шлакоотводной трубой 14. При сжигании низкосортных топлив реактор может содержать и больше четырех ступеней разделения топлива на фракции.
 Устройство работает следующим образом.

35 Топливо и первичный воздух направляют в первую коническую ступень 2 через кольцевой канал 3 перемешивания топлива и окислителя. В кольцевом канале 3 топливо расходом M (кг/ч) смешивается с первичным воздухом расходом V_{01} ($m^3/ч$) и тангенциально поступает в камеру сгорания первой конической ступени 2 через

40 прямоугольные сопла 4, наклоненные на угол $\beta=2,5^\circ$, как показано на фиг.2. В трубу 5 ввода горелки вставляется горелка или плазмотрон для поддержания процесса горения при начальной стадии разжигания реактора и «подсветки» при работе.

Первая коническая ступень 2 реактора работает как газификатор при относительно низких температурах. Благодаря тангенциальному вводу, поток топливно-воздушной смеси приобретает вращательное движение в первой конической ступени 2 с наклоном

45 стенки $\beta=2,5^\circ$. На полке второй цилиндрической ступени 6 происходит горение относительно крупной фракции топлива, которое из потока воздуха отбрасывается на стенку ступени центробежными силами. Средняя и мелкая фракции топлива, как более легкие, пролетают вторую цилиндрическую ступень 6 и отбрасываются на стенку

50 третьей цилиндрической ступени 7, где «отжимаются» от стенки потоком вторичного воздуха и попадают в центральную рециркуляционную зону. Длительное время пребывания в зоне горения и отличное перемешивание топлива и окислителя достигается путем организации в реакторе ряда зон рециркуляции топлива в потоке

воздуха, основная из которых - центральная - образуется в центре второй цилиндрической 6 и третьей цилиндрической ступени 7. Газы, средне- и мелкодисперсная фракция сжигаются во второй цилиндрической 6 и третьей цилиндрической 7 ступенях реактора, в центральной рециркуляционной зоне, в условиях недостатка кислорода. При этих условиях в рециркуляционной зоне на уровне второй цилиндрической ступени 6 образуются оксиды азота и продукты неполного сгорания топлива (окись углерода). Взаимодействие между окислами азота и углерода в этой зоне заключается в том, что оксид углерода отбирает у оксида азота кислород и восстанавливает его до молекулярного азота. В результате реакции образуются нетоксичные двуокись углерода и молекулярный азот. В верхнюю часть третьей цилиндрической ступени 7 подводится подогретый воздух по кольцевому каналу 8 подвода вторичного воздуха как добавочный окислитель и для дополнительного подкручивания потока с одновременным «отжимом» частиц топлива от стенки, как показано на фиг.3. Закрутка вторичного воздуха расходом V_{O_2} определяется фиксированным углом поворота заслонок 8 $\varphi=78^\circ-88^\circ$. Продукты сгорания, содержащие мелкие частицы топлива и золы, поступают в верхнюю четвертую цилиндрическую ступень 10. Эта ступень выполняет функции камеры сгорания и пылеуловителя, в ней остатки топлива сгорают, а зола удаляется в бункер 13 через трубы 12 золоудаления. Уменьшение соотношения диаметров третьей цилиндрической ступени 7 и четвертой цилиндрической ступени 10 меньше 1,5 приводит к повышенному выносу зольных частиц в выхлопную трубу 11. Продукты сгорания поступают в газоходы через выхлопную трубу 11. Тангенциальный подвод через заслонки 9 вторичного воздуха в третью цилиндрическую ступень 7 реактора исключает образование бедных кислородом областей в четвертой цилиндрической ступени 10 реактора и «отжимает» частицы топлива от стенок третьей цилиндрической ступени 7, что позволяет получить устойчивые области рециркуляции топлива для улучшения стабилизации пламени.

Регулирование отношения расходов первичного и вторичного воздуха, поступающих в первую коническую 2 и третью цилиндрическую 7 ступени реактора соответственно, позволяет получить оптимальный режим полного сжигания топлива в реакторе, при минимальных выбросах в атмосферу токсичных веществ.

Результаты экспериментального исследования горения в данном устройстве показали, что наклон сопел 4 первичного дутья на $2,5^\circ$ позволит увеличить размер частиц подаваемого на сжигание топлива до 3 мм при той же расходной скорости первичного воздуха.

Заявляемый низкоэмиссионный циклонный реактор позволяет достичь высокого качества и простоты регулирования топочного процесса при полном сгорании топлива и минимальных выбросах в атмосферу загрязняющих веществ.

Формула изобретения

1. Низкоэмиссионный циклонный реактор, содержащий вертикальный корпус, включающий, по меньшей мере, четыре ступени разделения топлива на фракции, первая коническая ступень имеет кольцевой канал перемешивания топлива и окислителя с прямоугольными соплами, а третья цилиндрическая ступень - кольцевой канал подвода вторичного воздуха с заслонками, отличающийся тем, что первая ступень выполнена конической, причем угол наклона стенки конуса и прямоугольных сопел $\beta=2,5^\circ$.

2. Низкоэмиссионный циклонный реактор по п.1, отличающийся тем, что заслонки

выполнены с фиксированным углом поворота $\varphi=78^{\circ}-88^{\circ}$.

5

10

15

20

25

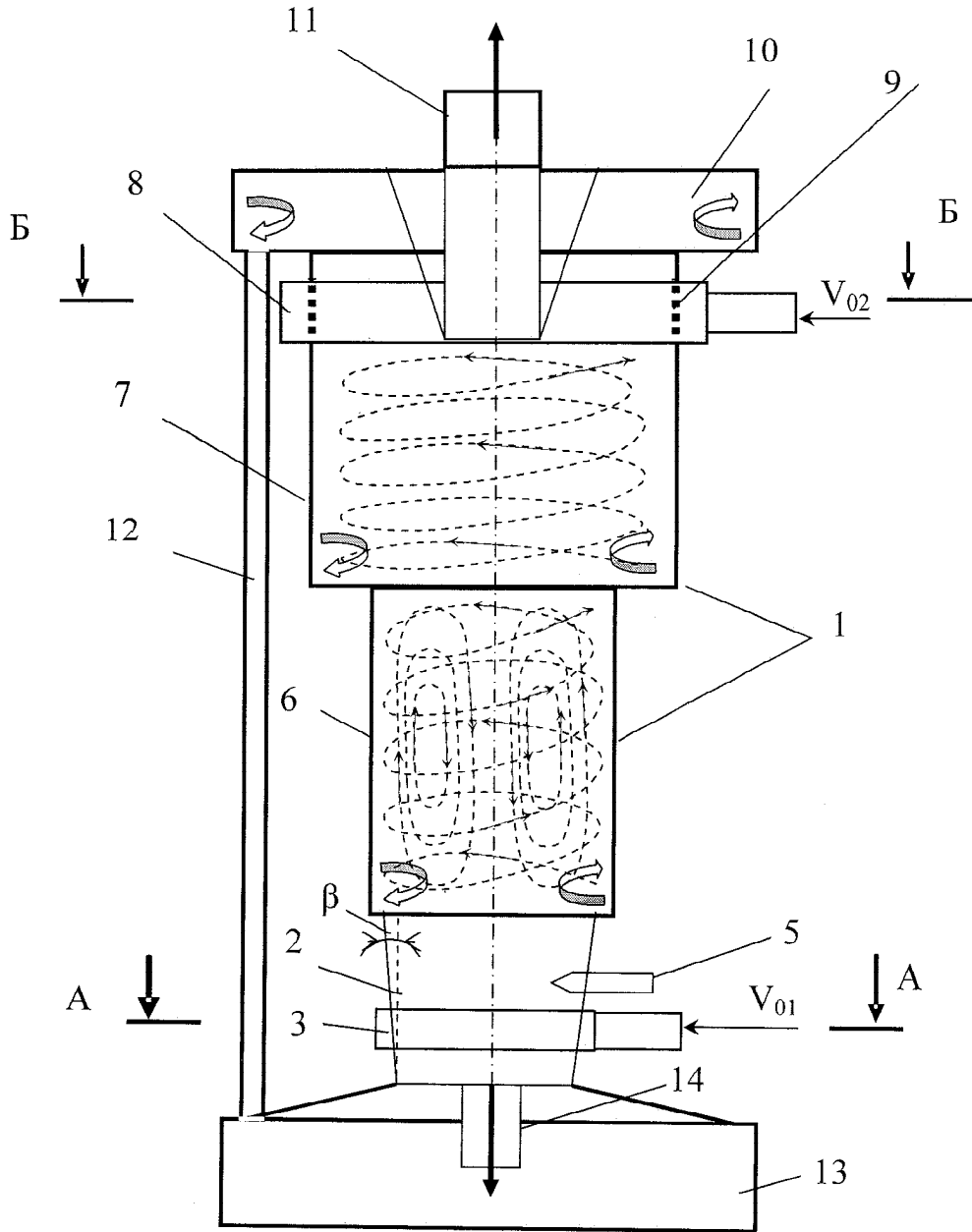
30

35

40

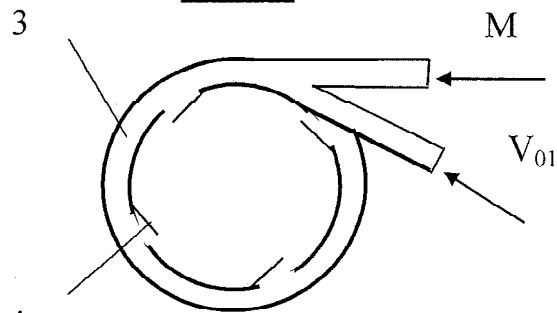
45

50



Фиг. 1

А-А



Фиг. 2

