РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 632 016**(13) **C2**

(51) МПК
C10B 39/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2015113404, 02.08.2013**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.08.2013

Дата регистрации:
02.10.2017

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
13.09.2012 JP 2012-201819

(43) Дата публикации заявки: **10.11.2016** Бюл. № **31**

(45) Опубликовано: **02.10.2017** Бюл. № **28**

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **13.04.2015**

(86) Заявка PCT:
JP 2013/071010 (02.08.2013)

(87) Публикация заявки PCT:
WO 2014/041919 (20.03.2014)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):
ЕГУТИ Кадзуя (JP),
ЕГАВА Есио (JP),
ЕКОТЕ Косуке (JP),
КАНЕКО Удаи (JP)

(73) Патентообладатель(и):
НИППОН СТИЛ ЭНД СУМИКИН ИНДЖИНИРИНГ КО., ЛТД. (JP),
НС ПЛАНТ ДИЗАЙНИНГ КОРПОРЕЙШН (JP)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **JP S 61143488 A, 01.07.1986. SU 904315 A1, 23.03.1992. SU 998490 A1, 23.02.1983. RU 31381 U1, 10.08.2003. RU 2369627 C2, 10.10.2009. EP 56853 A1, 04.08.1982.**

(54) УСТАНОВКА СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА

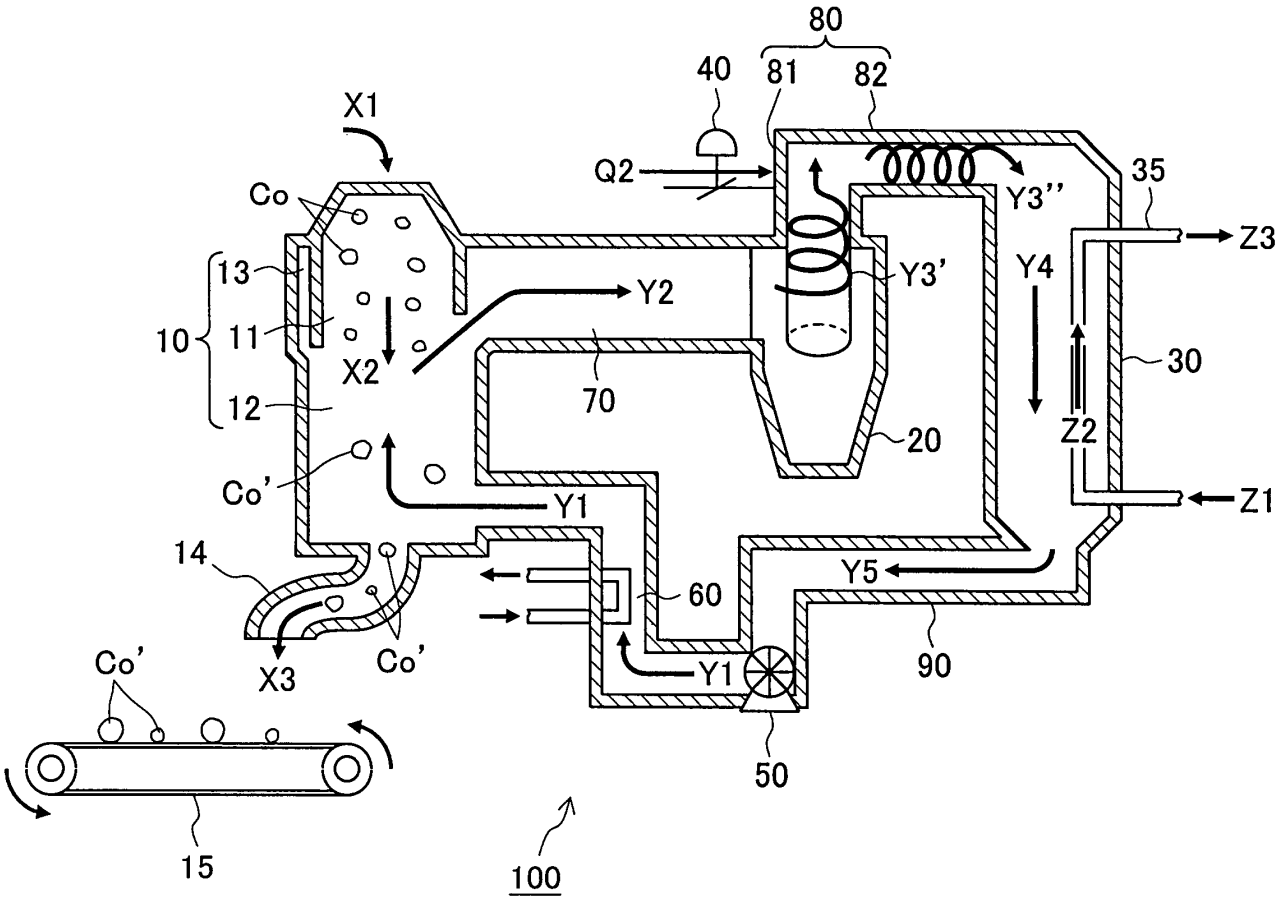
(57) Реферат:

Заявленное изобретение относится к установке сухого тушения кокса. Установка 100 содержит камеру 10, в которую подается раскаленный докрасна кокс и вдувается циркулирующий охлаждающий газ; циклон 20, в который через первый канал 70 вводится циркулирующий охлаждающий газ, причем циклон собирает коксовый порошок; и котел-утилизатор 30, в который циркулирующий охлаждающий газ вводится через второй канал 80, причем котел-утилизатор утилизирует тепло циркулирующего охлаждающего газа. Циркулирующий охлаждающий газ, протекающий из котла-утилизатора 30, возвращается в камеру 10 через третий канал 90, соединяющий котел-утилизатор и камеру, тем самым охлаждая в ней раскаленный докрасна кокс. В циклон 20 поступает циркулирующий охлаждающий газ, имеющий температуру, отрегулированную в диапазоне 757-900°C. Второй канал 80 имеет выступающую часть 81, выступающую вверх от верхней части циклона 20, и горизонтальную часть 82, которая изогнута от выступающей части и продолжается в горизонтальном направлении. Воздухоподводящий канал 40 для введения воздуха в циркулирующий охлаждающий газ расположен только на выступающей части 81 вдоль второго канала 80. Технический результат: сокращение образования окалины в циклоне и, как следствие, повышение эффективности пылеулавливания, уменьшение износа поверхности котла-утилизатора, улучшение

RU 2632016 C2

RU 2632016 C2

эффективности теплопередачи, сокращение объема циркулирующего охлаждающего газа, компактность установки. 1 табл., 4 ил.



ФИГ.1

RU 2632016 C2

RU 2632016 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 632 016**(13) **C2**

(51) Int. Cl.
C10B 39/02 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2015113404, 02.08.2013**

(24) Effective date for property rights:
02.08.2013

Registration date:
02.10.2017

Priority:
(30) Convention priority:
13.09.2012 JP 2012-201819

(43) Application published: **10.11.2016** Bull. № **31**

(45) Date of publication: **02.10.2017** Bull. № **28**

(85) Commencement of national phase: **13.04.2015**

(86) PCT application:
JP 2013/071010 (02.08.2013)

(87) PCT publication:
WO 2014/041919 (20.03.2014)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
EGUTI Kadzuya (JP),
EGAVA Esio (JP),
EKOTE Kosuke (JP),
KANEKO Udai (JP)

(73) Proprietor(s):
NIPPON STIL END SUMIKIN INDZHINIRING KO., LTD. (JP),
NS PLANT DIZAJNING KORPOREJSHN (JP)

RU 2632016 C2

(54) DRY COKE QUENCHING PLANT

(57) Abstract:

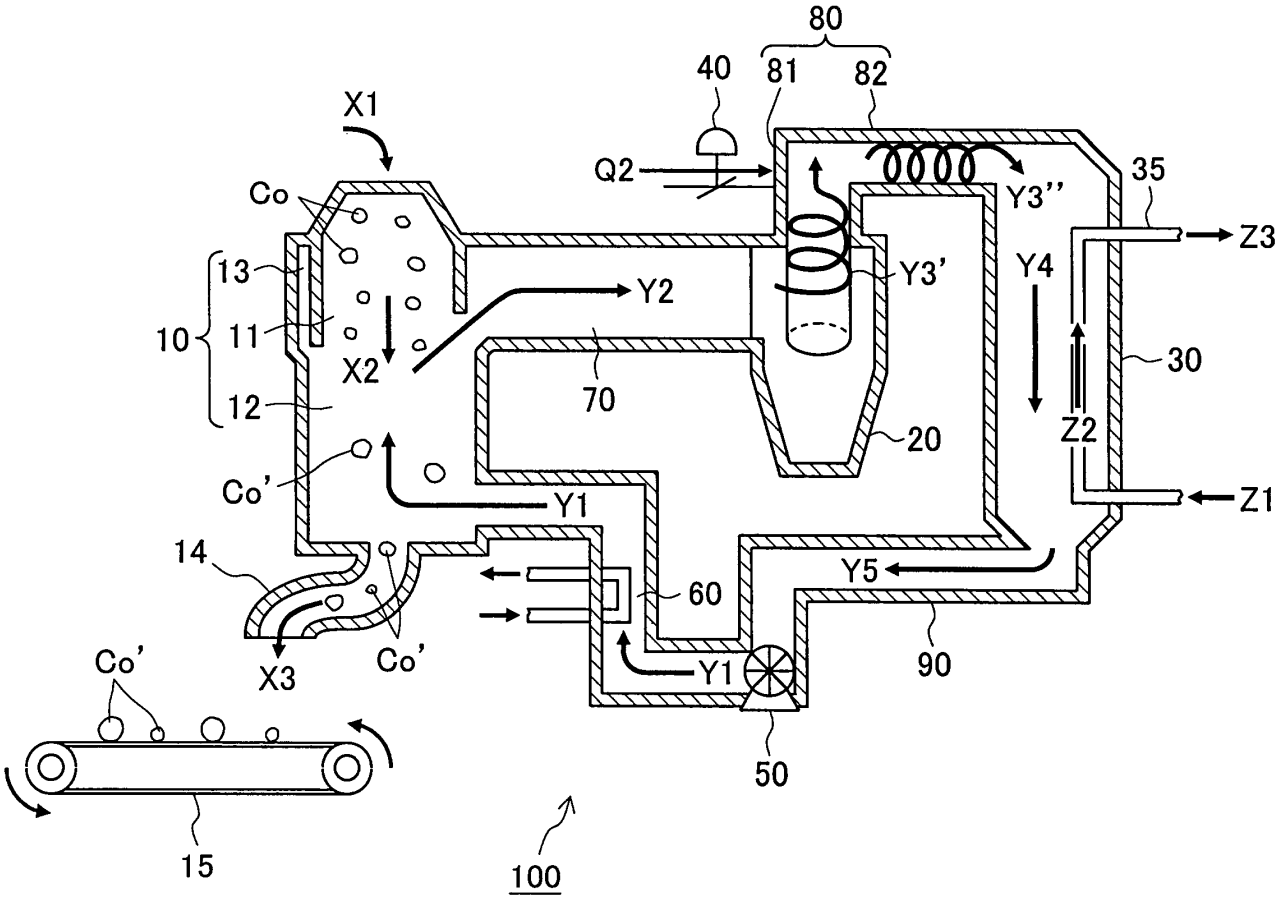
FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: plant 100 contains the chamber 10, into which the red-hot coke is supplied and the circulating cooling gas is blown; the cyclone 20, into which the circulating cooling gas is injected through the first channel 70. The cyclone collects the coke powder; and the exhaust heat boiler 30, into which the circulating cooling gas is injected through the second channel 80, at that the exhaust heat boiler recovers the heat of the circulating cooling gas. The circulating cooling gas, flowing from the exhaust heat boiler 30, returns to the chamber 10 through the third channel 90, connecting the exhaust heat boiler and the chamber, thereby cooling the red-hot coke in it. The circulating cooling gas is supplied to the cyclone 20, it has the temperature adjusted in the range from 757-900°C. The second channel 80 has the protruding part 81, protruding upward from the top part of the cyclone 20 and the horizontal part 82, that is bent from the protruding part and extends horizontally. The air supply channel 40, for injecting the air into the circulating cooling gas, is located only on the protruding part 81 along the second channel 80.

EFFECT: reduction of the scale formation in the cyclone and, as the result, increase of dust collection efficiency, reduction of the exhaust heat boiler surface wear, improvement of the heat transfer efficiency, reduction of the circulating cooling gas volume, compactness of the plant.

1 tbl, 4 dwg

RU 2632016 C2



ФИГ.1

RU 2632016 C2

RU 2632016 C2

Область техники, к которой относится изобретение

[0001] Настоящее изобретение относится к установке сухого тушения кокса.

Уровень техники

[0002] Процесс производства чугуна начинается с этапа получения передельного чугуна, где чугун получают восстановлением из железной руды (оксида железа) коксом, который представляет собой уплотненный обжигом уголь. Оборудование для технологии сухого тушения кокса (СТК) представляет собой установку для охлаждения раскаленного докрасна кокса, полученного обжигом в коксовой печи, тепло которого утилизируют для производства высокотемпературного и высоконапорного пара. Полученный таким образом пар обычно используют для выработки электроэнергии и в качестве технологического пара для получения чугуна и стали.

[0003] Со ссылкой далее на Фиг. 4, нижеизложенное вкратце описывает традиционную УСТК. Как показано на чертеже, традиционная УСТК включает два теплообменника в камере СВ и котел-утилизатор ВО. В камере СВ для охлаждения раскаленного докрасна кокса Co применяют инертный газ как циркулирующий охлаждающий газ (газ, содержащий азот в качестве основного ингредиента, а также CO_2, H_2O, небольшое количество CO и H_2).

[0004] Камера СВ и котел-утилизатор ВО присоединены к первичному пылеуловителю PD через первый канал Fd, который затем соединен с котлом-утилизатором ВО вторым каналом Sd. Котел-утилизатор ВО соединен с вторичным пылеуловителем SD через третий канал Td, который затем соединяется с камерой СВ через газодувку GB и третий канал Td. Пылеуловители PD и SD имеют внутренние стенки, с которыми сталкивается газ, и в процессе протекания через них циркулирующего охлаждающего газа пыль, такая как кокс, сталкивается со стенками и падает вниз (направление R1 и направление R2).

[0005] Раскаленный докрасна кокс Co, выгруженный из непоказанной коксовой печи и хранящийся в непоказанном ковше, поступает в камеру СВ с ее верха (направление X1). Камера СВ включает верхнюю предкамеру РС для содержания раскаленного докрасна кокса Co при высокой температуре, из которой раскаленный докрасна кокс Co может падать вниз в расположенную ниже охлаждающую камеру СС через постоянные промежутки времени. Такой эксплуатационный режим позволяет охлаждать раскаленный докрасна кокс Co от исходной температуры около 1000°C до 200°C или ниже (образуется охлажденный раскаленный докрасна кокс Co'), который затем выводится наружу через коксоразгрузочное устройство EJ, предусмотренное в донной части камеры СВ, и затем подается в непоказанную доменную печь конвейером ВС.

[0006] Такой циркулирующий охлаждающий газ содержит несгоревший газ, такой как CO, и для того, чтобы полностью завершить реакцию горения такого несгоревшего газа, прежде чем циркулирующий охлаждающий газ достигнет входа в котел-утилизатор ВО, обычно на верху кольцевого канала Rd, окружающего предкамеру РС камеры СВ, предусматривают воздухоподводящий канал AD для сгорания несгоревшего газа, через который в циркулирующий охлаждающий газ подводится воздух для сгорания. Обоснование для полного дожигания несгоревшего газа, прежде чем циркулирующий охлаждающий газ достигнет котла-утилизатора, состоит в повышении температуры циркулирующего охлаждающего газа и тем самым в увеличении количества тепла, утилизируемого котлом-утилизатором. Причина подачи воздуха для сгорания на стороне выше по потоку относительно первого пылеуловителя PD заключается в том, что смешение несгоревшего газа и воздуха (кислорода) для достаточного сгорания занимает определенное время. Циркулирующий охлаждающий газ, поднимающийся

из охлаждающей камеры CC в кольцевой канал Rd, имеет температуру, повышенную до величины от около 800 до 900°C, к которому затем подводится воздух для сгорания, сообразно чему температура циркулирующего охлаждающего газа повышается еще больше до около 1000°C, создавая высокотемпературную атмосферу.

[0007] В общем и целом, циркулирующий охлаждающий газ протекает в УСТК следующим образом. Циркулирующий охлаждающий газ, включающий инертный газ, вдувается в охлаждающую камеру CC в нижней части камеры из газодувки GB как части циркуляционной установки (направление Y1), и поднимается наверх (направление Y2) для вступления в контакт с высокотемпературным раскаленным докрасна коксом Co, падающим вниз (направление X2). Затем циркулирующий охлаждающий газ проходит через кольцевой канал Rd, окружающий предкамеру PC, и поступает в первичный пылеуловитель PD из первого канала Fd (газохода) (направление Y2), и протекает в сторону котла-утилизатора (направление Y3).

[0008] Циркулирующий охлаждающий газ, протекающий через первый канал Fd, обычно включает большое количество коксового порошка, имеющего высокую абразивность, и тем самым первичный пылеуловитель PD может выполнять предварительное улавливание от 20 до 30% всего коксового порошка (направление R1).

[0009] Внутри котла-утилизатора BO находится водоподводящий трубопровод FW и паровыпускной трубопровод DW, которые смонтированы в виде единой цельной конструкции, так что вода подводится через водоподводящий трубопровод FW (направление Z1), вода превращается в пар, протекая при этом через котел-утилизатор BO (направление Z2) под действием тепла циркулирующего охлаждающего газа, протекающего через котел-утилизатор BO (направление Y4), и затем пар выводится через паровыпускной трубопровод DW для рекуперации тепла (направление Z3).

[0010] Температура циркулирующего охлаждающего газа, тепло которого было отведено для генерирования пара, падает до 200°C или ниже, и он протекает в сторону вторичного пылеуловителя SD через третий канал (направление Y5), где улавливается бóльшая часть оставшегося в циркулирующем охлаждающем газе коксового порошка (направление R2).

[0011] После того, как была собрана бóльшая часть содержащегося в циркулирующем охлаждающем газе коксового порошка, и температура снизилась до 200°C или ниже, температура циркулирующего охлаждающего газа дополнительно снижается в газодувке GB и в подогревателе SE питательной воды до уровня около 130°C, и циркулирующий охлаждающий газ в таком состоянии вдувается в охлаждающую камеру CC (направление Y1). Таким образом, циркулирующий охлаждающий газ циркулирует в УСТК.

[0012] Патентный Документ 1 раскрывает способ, относящийся к установке сухого тушения кокса, который рассчитан на подведение воздуха для сгорания несгоревшего газа в циркулирующий охлаждающий газ на стороне выше по потоку относительно первичного пылеуловителя, как показано в Фиг. 4, особенным признаком которого является путь вдувания воздуха.

[0013] Представленная в Патентном Документе 1 УСТК также включает первичный пылеуловитель традиционной конструкции, и, как было описано выше, такой первичный пылеуловитель обычно относится к типу с низкой эффективностью улавливания, и тем самым в УСТК необходимо предотвращать абразивный износ котла-утилизатора. Для этого применяют, например, способ, в котором формируют износостойкую пленку нанесением устойчивого к истиранию материала на поверхность теплопередачи термическим напылением или тому подобным, или способ, в котором замедляют течение

циркулирующего охлаждающего газа.

[0014] Способ формирования износостойкой пленки нанесением устойчивого к истиранию материала на поверхность стенки термическим напылением или тому подобным связан со значительной проблемой расходов, необходимых для такой операции формирования пленки. В способе замедления течения циркулирующего охлаждающего газа должна быть увеличена площадь поверхности теплопереноса, чтобы компенсировать снижение эффективности теплопередачи вследствие более медленного течения, и тем самым предотвратить сокращение количества извлекаемого тепла. Такое увеличение площади поверхности теплопереноса напрямую обусловливает возрастание габаритов котла-утилизатора, что также ведет к проблеме стоимости установки.

[0015] Вместо традиционного первичного пылеуловителя может быть использован циклон, как представлено в Патентном Документе 2, чтобы тем самым повысить производительность улавливания коксового порошка, который содержится в циркулирующем охлаждающем газе, на этапе, предшествующем поступлению циркулирующего охлаждающего газа в котел-утилизатор, и, например, предотвратить увеличение затрат, обусловленных укрупнением котла-утилизатора.

[0016] Однако, поскольку в циклон поступает циркулирующий охлаждающий газ с температурой около 1000°C, становится затруднительным применение нержавеющей стали или тому подобной для циклона, которая представляет собой типичную жаростойкую сталь для сооружения циклона, и должны использоваться дорогостоящие жаропрочные материалы, такие как Инконель, и тем самым проблема стоимости установки по-прежнему не может быть разрешена. В дополнение, возникает еще одна проблема окалины (расплава), налипающей на стенку циклона, ввиду совместного присутствия несгоревшего газа и кислорода, и протекания реакции их сгорания, в результате чего ухудшается характеристика сбора пыли.

[0017] В качестве дополнительной контрмеры может рассматриваться применение циклона и повышение величины расхода потока циркулирующего охлаждающего газа для снижения температуры газа. В этом случае также нельзя избежать увеличения размера (в том числе возрастания энергопотребления газодувкой) (системы) СТК в целом вследствие повышения скорости течения газа, и тем самым по-прежнему остается проблема стоимости установки.

Перечень процитированных источников

Патентные Документы

[0018] Патентный Документ 1: Публикация заявки на патент Японии № S61(1986)-168690 A

Патентный Документ 2: Публикация заявки на полезную модель Японии № S63(1988)-81838 A

Раскрытие изобретения

Техническая проблема

[0019] С учетом вышеупомянутых проблем, задача настоящего изобретения состоит в создании установки сухого тушения кокса, которая может повысить эффективность улавливания коксового порошка, который содержится в циркулирующем охлаждающем газе, на этапе, предшествующем поступлению циркулирующего охлаждающего газа в котел-утилизатор. Установка сухого тушения кокса вместо традиционного пылеуловителя включает циклон в качестве первичного пылеуловителя, причем установка сухого тушения кокса имеет такую конфигурацию, которая не предусматривает подачи в циклон циркулирующего охлаждающего газа с температурой

около 1000°C, и обеспечивает возможность повышения температуры циркулирующего охлаждающего газа до около 1000°C перед поступлением в котел-утилизатор, тем самым предотвращая сокращение степени рекуперации тепла котлом-утилизатором без увеличения величины расхода потока циркулирующего охлаждающего газа.

Решение проблемы

[0020] Для решения вышеуказанной задачи установка сухого тушения кокса согласно настоящему изобретению содержит: камеру, в которую подается раскаленный докрасна кокс и вдувается циркулирующий охлаждающий газ; пылеуловитель, в который циркулирующий охлаждающий газ, имеющий повышенную посредством раскаленного докрасна кокса в камере температуру, вводится через первый канал, причем пылеуловитель собирает коксовый порошок из циркулирующего охлаждающего газа; и котел-утилизатор, в который циркулирующий охлаждающий газ, протекающий из пылеуловителя, вводится через второй канал, причем котел-утилизатор утилизирует тепло циркулирующего охлаждающего газа. Циркулирующий охлаждающий газ, протекающий из котла-утилизатора, возвращается снова в камеру через третий канал, соединяющий котел-утилизатор и камеру, тем самым охлаждая в ней раскаленный докрасна кокс. Пылеуловитель содержит циклон. В циклон поступает циркулирующий охлаждающий газ, температура которого отрегулирована на уровне 900°C или ниже. Воздухоподводящий канал для введения воздуха в циркулирующий охлаждающий газ для сгорания несгоревшего газа в циркулирующем охлаждающем газе расположен только на части вдоль второго канала.

[0021] Установка сухого тушения кокса (УСТК) согласно настоящему изобретению содержит циклон в качестве пылеуловителя, и выполнена с воздухоподводящим каналом не на части между камерой и первым каналом, а только на части вдоль второго канала, чтобы подводить воздух в циркулирующий охлаждающий газ для сгорания несгоревшего газа. Эта конфигурация обеспечивает то, что в циклон поступает циркулирующий охлаждающий газ, имеющий температуру, регулируемую на уровне 900°C или ниже, и в котел-утилизатор подается циркулирующий охлаждающий газ с температурой около 1000°C после сгорания несгоревшего газа.

[0022] Конфигурация «с подачей в циклон циркулирующего охлаждающего газа, имеющего температуру, регулируемую на уровне 900°C или ниже, и с расположением воздухоподводящего канала для подведения воздуха в циркулирующий охлаждающий газ для сгорания несгоревшего газа в циркулирующем охлаждающем газе не на части между камерой и первым каналом, а только на части вдоль второго канала» означает, что подача циркулирующего охлаждающего газа, имеющего регулируемую на уровне 900°C или ниже температуру, и расположение воздухоподводящего канала только на части вдоль второго канала, тесно связаны между собой. То есть, конструкция с введением воздуха, даже если в малом количестве, в первый канал или в камеру, расположенные выше по потоку относительно циклона, например, может выглядеть не удовлетворяющей конфигурации настоящего изобретения в плане конструкции (в буквальном смысле). Однако до тех пор, пока в циклон подается циркулирующий охлаждающий газ при температуре 900°C или ниже, который не создает проблему на поверхности стенки циклона, такой режим регулирования также входит в рамки вышеупомянутой конфигурации согласно настоящему изобретению. То есть, конфигурацией, выходящей за рамки настоящего изобретения, является только режим подачи в циклон циркулирующего охлаждающего газа с температурой, превышающей 900°C, и для этого воздухоподводящий канал располагают на части между камерой и первым каналом, и воздух, подводимый этим путем, может генерировать

циркулирующий охлаждающий газ с температурой, превышающей 900°C (например, с температурой около 980°C) в канале выше по потоку относительно циклона. Поэтому не такая конфигурация, но конструкция с подачей небольшого количества воздуха в циркулирующий охлаждающий газ, которая включает воздухоподводящий канал, такой как канал на стороне выше по потоку относительно циклона, обеспечивает преимущества настоящего изобретения, и тем самым, когда конструкция предусматривает введение в циклон циркулирующего охлаждающего газа с температурой 900°C или ниже, такая конструкция входит в рамки вышеупомянутой конфигурации согласно настоящему изобретению, даже когда вариант с расположением воздухоподводящего канала отличается от указанного в настоящем изобретении. Здесь ситуация с «регулированием температуры на уровне 900°C или ниже» может быть реализована тем, что воздух не подается на стороне выше по потоку относительно циклона, на основе стандартных технических характеристик УСТК. Еще одним вариантом является регулирование температуры циркулирующего охлаждающего газа на низкий уровень (например, регулирование на величину около 100°C, то есть ниже, чем на температуру 130°C, которая является традиционной и типичной температурой) до и после того, как циркулирующий охлаждающий газ поступает в охлаждающую камеру, таким образом, что протекающий через первый канал циркулирующий охлаждающий газ может иметь температуру 900°C или ниже.

[0023] Таким образом, конструкция УСТК усовершенствована тем, что включает циклон, имеющий превосходную производительность в отношении улавливания пыли, а также отличающийся от традиционной конфигурации воздухоподводящий канал для сгорания несгоревшего газа в циркулирующем охлаждающем газе. При такой конструкции в циклон для улавливания пыли поступает циркулирующий охлаждающий газ с температурой на относительно низком уровне 900°C или ниже, и благодаря этому циклон может быть выполнен из типичной жаростойкой стали, такой как нержавеющая сталь, в том числе, например, SUS304, а не из дорогостоящего жаропрочного материала, такого как Инконель.

[0024] Более конкретно, воздух подводят к несгоревшему газу в канал (второй канал), который расположен ниже по потоку относительно циклона, создающего вихреобразный поток, благодаря чему сгорание несгоревшего газа может стимулироваться с использованием закрученного потока циркулирующего охлаждающего газа, включающего несгоревший газ. Поэтому конструкция, имеющая более короткое расстояние между циклоном и котлом-утилизатором, то есть, более короткую длину второго канала, также может обеспечивать полноту сгорания несгоревшего газа, прежде чем циркулирующий охлаждающий газ достигнет котла-утилизатора. Авторы настоящего изобретения подтвердили, что время, необходимое для перемещения закрученного циркулирующего охлаждающего газа от циклона до котла-утилизатора, составляет около 1 секунды или короче, и несгоревший газ может быть полностью сожжен за такое короткое время.

[0025] Кроме того, поскольку воздух не подводят в циркулирующий охлаждающий газ у циклона, может быть исключено образование в циклоне создаваемой сгоранием несгоревшего газа окалины, которая налипает на стенку циклона. Этим может быть устранена проблема ухудшения характеристики улавливания пыли циклоном вследствие окалины, налипшей на стенку.

[0026] Поскольку температура подводимого в циклон циркулирующего охлаждающего газа снижена, соответственно подавляется тепловое расширение. В результате этого также сокращается объем циркулирующего охлаждающего газа, и

циклон может быть сделан компактным. Приблизительная оценка показывает, что объем циркулирующего охлаждающего газа при температуре от около 800 до 900°C может составлять около 75% от объема циркулирующего охлаждающего газа с температурой около 980°C.

[0027] Также было обнаружено, что используемый циклон может достигать количества улавливаемой пыли, которое в 3-8 раз превышает производительность описанного выше традиционного первичного пылеуловителя, и тем самым может в значительной мере снижать концентрацию пыли. Это может резко сократить влияния абразивного износа циркулирующим охлаждающим газом в котле-утилизаторе, и тем самым становятся ненужными расходы на формирование износостойкой пленки, такое как термическое напыление, или на защитное устройство. Течение циркулирующего охлаждающего газа также может быть ускорено примерно в 1,5 раза, и может быть соответственно повышена эффективность теплопереноса (повышенное значение K (общий коэффициент теплопередачи) позволяет снизить площадь поверхности теплопереноса), так что котел-утилизатор может быть выполнен компактным, когда должно производиться постоянное количество пара.

[0028] Повышенная эффективность улавливания пыли циклоном может устранить необходимость во вторичном пылеуловителе и связанном с ним конвейере, которые предусматриваются ниже по потоку относительно котла-утилизатора в традиционной конструкции, приводя к снижению стоимости оборудования УСТК-системы в целом.

[0029] Второй канал предпочтительно включает выступающую часть, выступающую вверх от верхней части циклона, и горизонтальную часть, которая изогнута от выступающей части и продолжается в горизонтальном направлении или по существу в горизонтальном направлении, а воздухоподводящий канал расположен на выступающей части. Здесь «по существу горизонтальное направление» имеет отношение к наклону относительно горизонтального направления в пределах диапазона около ±20 градусов.

[0030] Закрученный поток циркулирующего охлаждающего газа, образованный циклоном, протекает по всей части второго канала, включая выступающую часть и горизонтальную часть, продолжающуюся в горизонтальном направлении или по существу в горизонтальном направлении.

[0031] Здесь, поскольку воздухоподводящий канал предусмотрен на выступающей части, выступающей вверх от верхней части циклона, воздуху может быть придано вихреобразное течение с высокой скоростью закрученного потока, благодаря чему может быть стимулировано сгорание несгоревшего газа, по сравнению с ситуацией, когда воздух подводится на горизонтальной части.

[0032] Воздухоподводящий канал предпочтительно может быть расположен в положении, не препятствующем закрученному течению, которое создается во время протекания циркулирующего охлаждающего газа, с поступлением в циклон по криволинейно сформированному воздухоподводящему каналу, расположенному, например, сбоку от цилиндрической выступающей части, в то же время определяя направление поступления воздуха, подобным образом не мешающего закрученному течению. Воздухоподводящий канал может быть расположен разнообразными способами. Например, может быть предусмотрен один воздухоподводящий канал в положении на заданном уровне выступающей части, или от двух до четырех воздухоподводящих каналов могут быть расположены на одном и том же уровне выступающей части (в случае двух, они находятся в положениях диагональных линий, в случае трех, они расположены с интервалами в 120 градусов, и в случае четырех, они

расположены с интервалами в 90 градусов).

Преимущества изобретения

[0033] Как понятно из вышеизложенного, УСТК согласно настоящему изобретению включает циклон, имеющий превосходную производительность в отношении улавливания пыли, а также воздухоподводящие канали, расположенные иным образом, нежели в традиционной конфигурации, для сгорания несгоревшего газа в циркулирующем охлаждающем газе. При такой конструкции циркулирующий охлаждающий газ поступает в циклон для улавливания пыли при более низкой температуре, чем в традиционной конфигурации, без повышения скорости течения циркулирующего охлаждающего газа, и тем самым циклон может быть выполнен из обычной жаростойкой стали. Также может быть сокращено образование окалины в циклоне, и тем самым может быть предотвращено ухудшение характеристики улавливания пыли циклона. Поскольку температура подводимого в циклон циркулирующего охлаждающего газа составляет 900°C или ниже, также сокращается объем циркулирующего охлаждающего газа, и циклон может быть сделан компактным. Поскольку циклон может в значительной степени снижать концентрацию пыли, циркулирующий охлаждающий газ, протекающий через котел-утилизатор, содержит меньше пыли, и тем самым может быть устранена необходимость в действиях против абразивного износа поверхности теплопереноса в котле-утилизаторе. Течение циркулирующего охлаждающего газа может быть ускорено, и тем самым котел-утилизатор может быть сделан компактным благодаря улучшенной эффективности теплопередачи. Также могут быть ненужными вторичный пылеуловитель и связанный с ним конвейер, и в сочетании с такими разнообразными благоприятными эффектами может быть значительно снижена стоимость установки УСТК-системы в целом.

Краткое описание чертежей

[0034] [Фигура 1] Фиг. 1 схематично иллюстрирует один вариант выполнения установки сухого тушения кокса согласно настоящему изобретению.

[Фигура 2] Фиг. 2 представляет увеличенный вид в перспективе циклона и второго канала.

[Фигура 3] Фиг. 3 представляет вид в сечении, проведенном по стрелке III-III на Фиг. 2.

[Фигура 4] Фиг. 4 схематически показывает один вариант выполнения традиционной установки сухого тушения кокса.

Описание вариантов осуществления изобретения

[0035] Далее описан один вариант выполнения установки сухого тушения кокса согласно настоящему изобретению, со ссылкой на чертежи. В иллюстрированном примере выступающая часть второго канала снабжена четырьмя воздухоподводящими каналами, расположенными с интервалами в 90 градусов. Разумеется, выступающая часть может быть снабжена воздухоподводящими каналами в ином количестве, чем в иллюстрированном примере, или воздухоподводящий канал может быть предусмотрен на горизонтальной части.

[0036] (Вариант выполнения установки сухого тушения кокса)

Фиг. 1 схематично иллюстрирует один вариант выполнения сухого тушения кокса согласно настоящему изобретению, Фиг. 2 представляет увеличенный вид в перспективе циклона и второго канала, и Фиг. 3 представляет вид в сечении, проведенном по стрелке III-III в Фиг. 2.

[0037] Схематично проиллюстрированная установка 100 сухого тушения кокса (УСТК) включает два теплообменника камеры 10 и котел-утилизатор 30, а также циклон

20 в качестве пылеуловителя, которые сообщаются по текучей среде между собой через первый канал 70, второй канал 80 и третий канал 90, образуя проточную систему циркулирующего охлаждающего газа, включающего инертный газ (например, газ, содержащий азот в качестве основного компонента, а также CO_2, H_2O, небольшое количество CO и H_2).

[0038] Более конкретно, камера 10 и циклон 20 соединены первым каналом 70, циклон 20 и котел-утилизатор 30 соединены вторым каналом 80, и котел-утилизатор 30 и камера 10 соединены через расположенную между ними газодувку 50 и третий канал 90.

[0039] Циркулирующий охлаждающий газ, включающий инертный газ, охлаждает высокотемпературный раскаленный докрасна кокс Co, в то же время с циркуляцией в иллюстрированной проточной системе, и циркулирующий охлаждающий газ с повышенной температурой от тепла раскаленного докрасна кокса Co испаряет воду, протекающую через котел-утилизатор 30, тем самым образуя пар.

[0040] Раскаленный докрасна кокс, выгруженный из непоказанной коксовой печи и хранящийся в непоказанном ковше, поступает в камеру 10 с ее верха (направление X1). Камера 10 включает верхнюю предкамеру 11 для содержания при высокой температуре раскаленного докрасна кокса Co, из которой раскаленный докрасна кокс Co может падать вниз в расположенную ниже охлаждающую камеру 12 через постоянные интервалы времени. Такой режим работы позволяет раскаленному докрасна коксу Co охлаждаться от исходной температуры около 1000°C до температуры 200°C или ниже (образуется охлажденный раскаленный докрасна кокс Co'), который затем выводится наружу через коксоразгрузочное устройство 14, предусмотренное в донной части камеры 10, и затем подается в непоказанную доменную печь конвейером 15.

[0041] Такой циркулирующий охлаждающий газ содержит несгоревший газ, такой как CO, и для того, чтобы полностью сжечь такой несгоревший газ, прежде чем циркулирующий охлаждающий газ достигнет входа в котел-утилизатор 30, иллюстрированная установка 100 сухого тушения кокса включает воздухоподводящий канал 40 для сожжения несгоревшего газа только в положении вдоль второго канала 80, расположенного ниже по потоку относительно циклона 20 (не в положении вдоль камеры 10 или первого канала 70), через который в циркулирующий охлаждающий газ подводится воздух для сгорания.

[0042] Циркулирующий охлаждающий газ вдувается в охлаждающую камеру 12 в нижней части камеры из газодувки 50 как части циркуляционной системы (направление Y1), и поднимается вверх (направление Y2), чтобы входить в контакт с падающим вниз высокотемпературным раскаленным докрасна коксом Co (направление X2). Затем циркулирующий охлаждающий газ проходит через кольцевой канал 13, окружающий предкамеру 11, поступает в циклон 20, действующий в качестве пылеуловителя, из первого канала 70 (направление Y2), преобразуется в закрученный поток Y3' в циклоне 20, и протекает в сторону котла-утилизатора (направление Y3").

[0043] Температура циркулирующего охлаждающего газа, поднимающегося вверх из охлаждающей камеры 12 в кольцевой канал 13 (направление Y1), повышается до около 800°C, и, в отличие от традиционной УСТК-системы, воздух для сгорания не подводится в циркулирующий охлаждающий газ в камере 10, и тем самым температура циркулирующего охлаждающего газа уже больше не возрастает. Затем циркулирующий охлаждающий газ с температурой около 800°C (температурой 900°C или ниже) протекает из кольцевого канала 13 в первый канал 70.

[0044] Циркулирующий охлаждающий газ, протекающий через первый канал 70, поступает в циклон 30, сохраняя при этом температуру около 800°C, где образуется

закрученный поток Y3'.

[0045] Как показано в Фиг. 2, циклон 20 имеет цилиндрическую форму, имеющую постепенно уменьшающийся книзу диаметр, внутри которого присоединен в сообщении по текучей среде криволинейно сформированный канал 21 коксозагрузочного устройства для циркулирующего охлаждающего газа. С верхней части циклона 20 выступает выступающая часть 81 как часть второго канала 80, от которого горизонтальная часть 82 как часть второго канала 80 изгибается и ведет в сторону котла-утилизатора 30.

[0046] На части вдоль выступающей части 81 с интервалами в 90 градусов расположены четыре воздухоподводящих канала 40, как показано в Фиг. 3, где направление (направление Q2) введения воздуха от каждого из воздухоподводящих каналов 40 предусмотрено по траектории, не нарушающей закрученного потока Y3' циркулирующего охлаждающего газа, сформированного во время протекания через канал 21 коксозагрузочного устройства (направление Y2).

[0047] Со ссылкой снова на Фиг. 1, циклон 20 эффективно улавливает содержащийся в циркулирующем охлаждающем газе коксовый порошок, имеющий высокую абразивность.

[0048] Затем, на выступающей части 81 второго канала 80 над циклоном 20, подается воздух для композиции несгоревшего газа в циркулирующем охлаждающем газе. Поскольку поток циркулирующего охлаждающего газа здесь закручен, несгоревший газ может в достаточной мере смешиваться с подводимым воздухом, тем самым содействуя сгоранию несгоревшего газа.

[0049] После полного сгорания несгоревшего газа, когда циркулирующий охлаждающий газ протекает в сторону котла-утилизатора через горизонтальную часть 82 в форме закрученного потока Y3", его температура повышается до около 1000°C от температуры 800°C (900°C или ниже), которая представляет собой температуру перед поступлением в циклон 20, и затем протекает в котел-утилизатор 30.

[0050] Внутри котла-утилизатора 30 находится парогенераторный/рекуперационный канал 35 для подачи воды и выведения пара. Вода подается через парогенераторный/рекуперационный канал 35 (направление Z1), и вода преобразуется в пар, протекая через котел-утилизатор 30 (направление Z2), под действием тепла циркулирующего охлаждающего газа, протекающего через котел-утилизатор 30 (направление Y4). Затем пар выводится через парогенераторный/рекуперационный канал 35 для повторного использования тепла (направление Z3).

[0051] Температура циркулирующего охлаждающего газа, тепло которого было отобрано в результате генерирования пара, снижается до 200°C или ниже, и он протекает в сторону камеры 10 через третий канал 90 (направление Y5). Температура циркулирующего охлаждающего газа еще больше падает при проходе через газодувку 50 и подогреватель 60 питательной воды, так что циркулирующий охлаждающий газ вдувается в охлаждающую камеру 12, имея температуру около 130°C (направление Y1). Этим путем циркулирующий охлаждающий газ циркулирует в УСТК-системе.

[0052] Таким образом, конструкция УСТК усовершенствована тем, что включает циклон 20, имеющий превосходную эффективность улавливания пыли, а также воздухоподводящие каналы 40, расположенные иначе, нежели в традиционной конфигурации, для сгорания несгоревшего газа в циркулирующем охлаждающем газе. При такой конструкции циркулирующий охлаждающий газ с температурой в относительно низком диапазоне 900°C или ниже поступает в циклон 20 для улавливания пыли, и тем самым циклон 20 может быть выполнен из обычной жаростойкой стали, такой как нержавеющая сталь, а не из дорогостоящего жаропрочного материала,

такого как Инконель. Более конкретно, воздух подводится к несгоревшему газу во второй канал 80 ниже по потоку относительно циклона 20, создающего закрученный поток Y3', благодаря чему сгорание несгоревшего газа может быть стимулировано с использованием закрученного потока Y3' циркулирующего охлаждающего газа, содержащего несгоревший газ. Поэтому конструкция, имеющая более короткое расстояние между циклоном 20 и котлом-утилизатором 30, то есть, более короткую длину второго канала 80, также может обеспечивать полноту сгорания несгоревшего газа, прежде чем циркулирующий охлаждающий газ достигнет котла-утилизатора 30. Кроме того, поскольку воздух не подводится в циркулирующий охлаждающий газ у циклона 20, может быть исключено образование в циклоне 20 создаваемой сгоранием несгоревшего газа окалины, налипающей на стенку циклона. Этим может быть устранена проблема ухудшения характеристики улавливания пыли циклоном 20 вследствие окалины, налипшей на стенку. Поскольку температура подводимого в циклон 20 циркулирующего охлаждающего газа уменьшена до 900°C или ниже, соответственно подавляется тепловое расширение. В результате этого также сокращается объем циркулирующего охлаждающего газа, и циклон 20 может быть сделан компактным. Более того, циклон 20 может в значительной мере снижать концентрацию пыли в циркулирующем охлаждающем газе по сравнению с традиционным первичным пылеуловителем. Этим могут быть резко сокращены влияния абразивного износа циркулирующим охлаждающим газом в котле-утилизаторе 30, и тем самым становятся ненужными расходы на формирование износостойкой пленки, такое как термическое напыление, или на защитное устройство. Также может быть ускорено течение циркулирующего охлаждающего газа, и может быть соответственно повышена эффективность теплопереноса, так что котел-утилизатор 30 может быть выполнен компактным, когда должно производиться постоянное количество пара. Повышенная эффективность улавливания пыли циклоном 20 может устранить необходимость во вторичном пылеуловителе и связанном с ним конвейере, которые предусматриваются ниже по потоку относительно котла-утилизатора в традиционной конфигурации, приводя к снижению стоимости оборудования УСТК-системы в целом.

[0053] [Проверка полноты сгорания несгоревшего газа между циклоном и котлом-утилизатором, и ее результат]

Авторы настоящего изобретения провели анализ для проверки полноты сгорания несгоревшего газа, обеспечиваемой между циклоном и котлом-утилизатором, на основе следующих технологических условий и расчетного метода.

Таблица 1

(Технологические условия)			
	Единицы	Входной канал циклона	Воздух для сгорания
Величина расхода потока газа	норм.$м^3$/ч	128310	13200
Температуры	°C	757	20
Ингредиенты газа (%)	CO	10	-
	H_2	5	-
	O_2	0	21
	CO_2	12,3	-
	H_2O	9,8	-
	N_2	62,9	79

[0054] (Расчетный метод и аналитическая модель)

(1) Анализ проводят в статическом состоянии.

(2) В поперечном сечении нижней части котла-утилизатора создают равномерное отрицательное давление.

(3) Газ равномерно выводят от входного канала циклона (неравномерное течение не рассматривается).

(4) Воздух для сгорания подают только на выходной канал циклона (4 положения).

(5) Выходные данные включают распределение скоростей течения, распределение температур, распределение давления и распределение плотности газа (O_2, H_2, CO).

(6) Циклон в качестве аналитической модели имеет такую же форму, как в Фигурах 2 и 3, и имеет габариты, соответствующие реальной установке.

[0055] (Результат анализа)

Результат анализа показал, что, после вдувания воздуха, реакция сгорания завершалась примерно за 0,1 секунды (перемещение закрученного потока до достижения котла-утилизатора занимало около 1 секунды). Это обусловливается благоприятным состоянием сгорания, которое может быть достигнуто посредством закрученного потока.

[0056] [Соображения относительно концентрации пыли в циркулирующем охлаждающем газе и в зоне теплопередачи котла-утилизатора]

Авторы настоящего изобретения проанализировали эффект сокращения количества пыли, который получен с помощью циклона. А именно, введенный циклон усиливает эффект сокращения количества пыли, тем самым позволяя конструировать котел-утилизатор, не обращая внимания на влияния абразивного износа пылью.

[0057] Кроме того, может быть ускорено течение циркулирующего охлаждающего газа, поступающего в котел-утилизатор. Это повышение скорости в значительной мере улучшает значение K (общий коэффициент теплопередачи), и площадь поверхности теплопереноса может быть сокращена по описанной ниже причине, приводя к компактной конструкции котла-утилизатора в целом.

[0058] (Оценка степени абразивного износа)

Степень абразивного износа стенок котла-утилизатора зависит от кинетической энергии частиц пыли и количества пыли одного и того же типа пыли. Кинетическая энергия пропорциональна произведению массы на квадрат скорости пыли. Если сравнивать с количеством пыли в 10 г на нормальный кубический метр для традиционного первичного пылеуловителя и без циклона, количество пыли может составлять около 1 г, то есть 1/10 от обычного количества, в результате высокоэффективного удаления пыли циклоном.

[0059] В дополнение, размер частиц пыли также может быть сокращен от нескольких сотен мкм до нескольких десятков мкм, то есть, также примерно в отношении 1/10.

[0060] Таким образом, количество пыли (масса) снижается в пропорции около 1/10, и может быть соответственно в значительной мере сокращена степень абразивного износа.

[0061] (Площадь поверхности теплопереноса)

Степень Q рекуперации тепла может быть представлена произведением $K*A*\Delta tm$, где «K» означает общий коэффициент теплопередачи, «A» обозначает площадь поверхности теплопереноса, и Δtm означает среднюю логарифмическую разность температур.

[0062] Когда степень Q рекуперации тепла принимается постоянной, значение K может быть повышено увеличением скорости течения циркулирующего охлаждающего газа в котле-утилизаторе, и тем самым площадь «A» поверхности теплопереноса в котле-утилизаторе может быть сделана меньшей, приводя к более компактному котлу-

утилизатору.

[0063] [Соображения относительно проблемы, где температура циркулирующего охлаждающего газа снижается в результате увеличения расхода потока газа]

Авторы настоящего изобретения проанализировали, с использованием традиционной УСТК, в которой воздух подается на стадии, предшествующей первичному пылеуловителю, и температура циркулирующего охлаждающего газа составляет около 1000°C, насколько количество циркулирующего охлаждающего газа может быть увеличено для достижения температурного условия 900°C или ниже, как в УСТК согласно настоящему изобретению.

[0064] В результате исследования, оценка показывает, что величина расхода потока циркулирующего охлаждающего газа в УСТК с традиционной конфигурацией должна быть увеличена на 32% для снижения температуры циркулирующего охлаждающего газа от 1000°C до 800°C. Если такое повышенное количество газа должно быть обработано в циклоне, циклон должен включать цилиндрическую часть, имеющую увеличенный на 17% диаметр, и общую высоту, также увеличенную на 17%, приводя к существенному возрастанию габаритов циклона.

[0065] Кроме того, поскольку также возрастает величина расхода потока циркулирующего охлаждающего газа в циркуляционном канале, влияния не ограничиваются укрупнением циклона, и такие устройства, как каналы и вентилятор, тоже должны иметь увеличенные размеры, должна быть увеличена мощность вентилятора, и, например, котел-утилизатор должен быть более крупным в размерах.

[0066] Таким образом, при намерении снизить температуру циркулирующего охлаждающего газа при около 1000°C на предшествующей циклону стадии путем увеличения величины расхода потока газа, установка становится более крупной по размерам, приводя к проблеме возрастания стоимости оборудования.

[0067] Из вышеизложенного следует, что конфигурация УСТК, предусматривающая воздухоподводящий канал только на части вдоль второго канала, чтобы подавать воздух в циркулирующий охлаждающий газ для сгорания несгоревшего газа, ведет к получению эффекта от циклона (повышенной эффективности улавливания пыли), а также к значительному благоприятному эффекту снижения стоимости УСТК.

[0068] Хотя вышеизложенное является подробным описанием вариантов осуществления настоящего изобретения со ссылкой на чертежи, конкретная конфигурация не ограничивается вышеуказанными вариантами выполнения, и следует понимать, что авторы настоящего изобретения подразумевают, что настоящее изобретение охватывает модификации конструкции, не выходящие за рамки сущности настоящего изобретения.

Перечень ссылочных позиций

[0069] 10 Камера

11 Предкамера

12 Охлаждающая камера

13 Кольцевой канал

14 Коксоразгрузочное устройство

15 Конвейер

20 Циклон (пылеуловитель)

21 Канал коксозагрузочного устройства

21a Отверстие канала коксозагрузочного устройства

30 Котел-утилизатор

35 Парогенераторный/рекуперационный канал

40 Воздухоподводящий канал
50 Газодувка
60 Подогреватель питательной воды
70 Первый канал
80 Второй канал
81 Выступающая часть
82 Горизонтальная часть
90 Третий канал
100 Установка сухого тушения кокса (УСТК)
Со Раскаленный докрасна кокс
Со' Охлажденный раскаленный докрасна кокс

(57) Формула изобретения

Установка сухого тушения кокса, содержащая:

камеру, в которую подается раскаленный докрасна кокс и вдувается циркулирующий охлаждающий газ;

пылеуловитель, в который циркулирующий охлаждающий газ, имеющий температуру, повышенную посредством раскаленного докрасна кокса в камере, вводится через первый канал, причем пылеуловитель собирает коксовый порошок из циркулирующего охлаждающего газа; и

котел-утилизатор, в который циркулирующий охлаждающий газ, протекающий из пылеуловителя, вводится через второй канал, причем котел-утилизатор утилизирует тепло циркулирующего охлаждающего газа,

при этом

циркулирующий охлаждающий газ, протекающий из котла-утилизатора, возвращается снова в камеру через третий канал, соединяющий котел-утилизатор и камеру, тем самым охлаждая в ней раскаленный докрасна кокс,

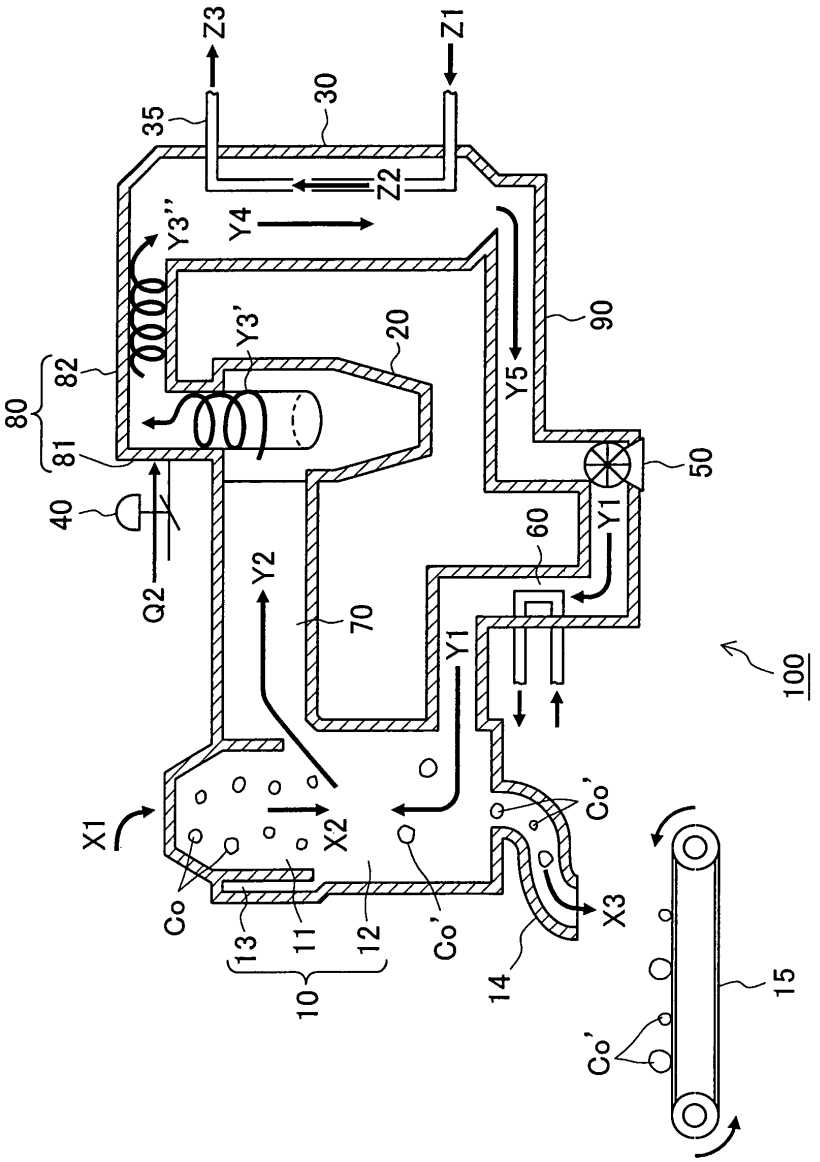
причем пылеуловитель содержит циклон,

в который поступает циркулирующий охлаждающий газ, имеющий температуру, отрегулированную в диапазоне от 757 до 900°С,

второй канал включает выступающую часть, выступающую вверх от верхней части циклона, и горизонтальную часть, которая изогнута от выступающей части и продолжается в горизонтальном направлении или по существу в горизонтальном направлении, а

воздухоподводящий канал для введения воздуха в циркулирующий охлаждающий газ для сгорания несгоревшего газа в циркулирующем охлаждающем газе расположен только на выступающей части.

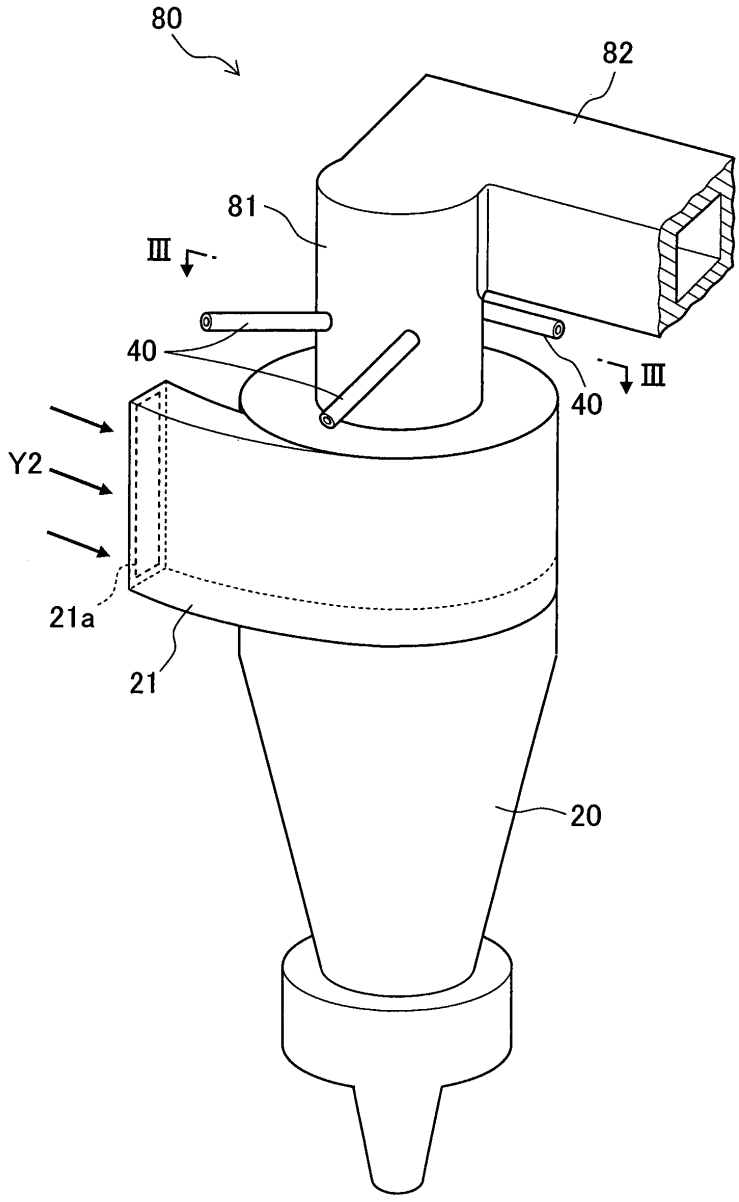
1


Z3
Z1
35
30
Z2
Y4
Y3''
Y3'
20
90
Y5
80
82
81
40
Q2
50
Y1
60
Y2
70
Y1
100
X1
X2
Co
Co'
Co'
X3
13
11
12
10
14
15
Co'

ФИГ.1

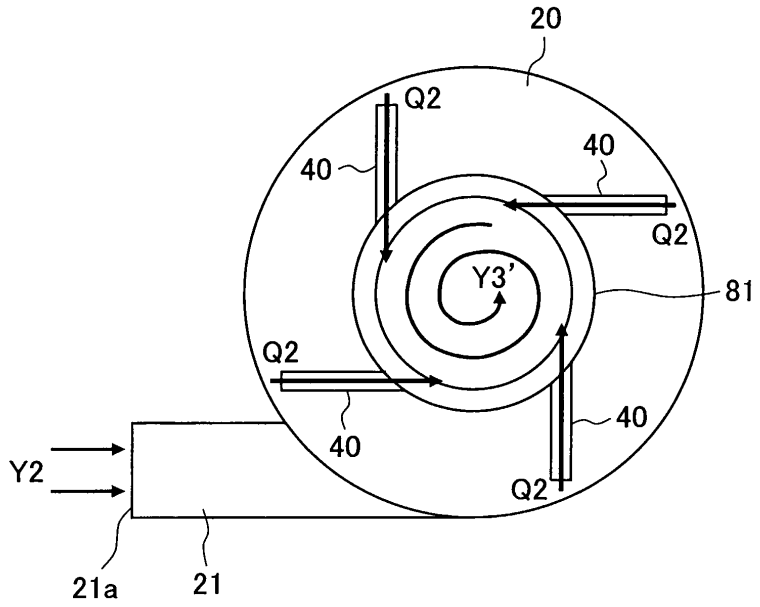
2

ФИГ.2



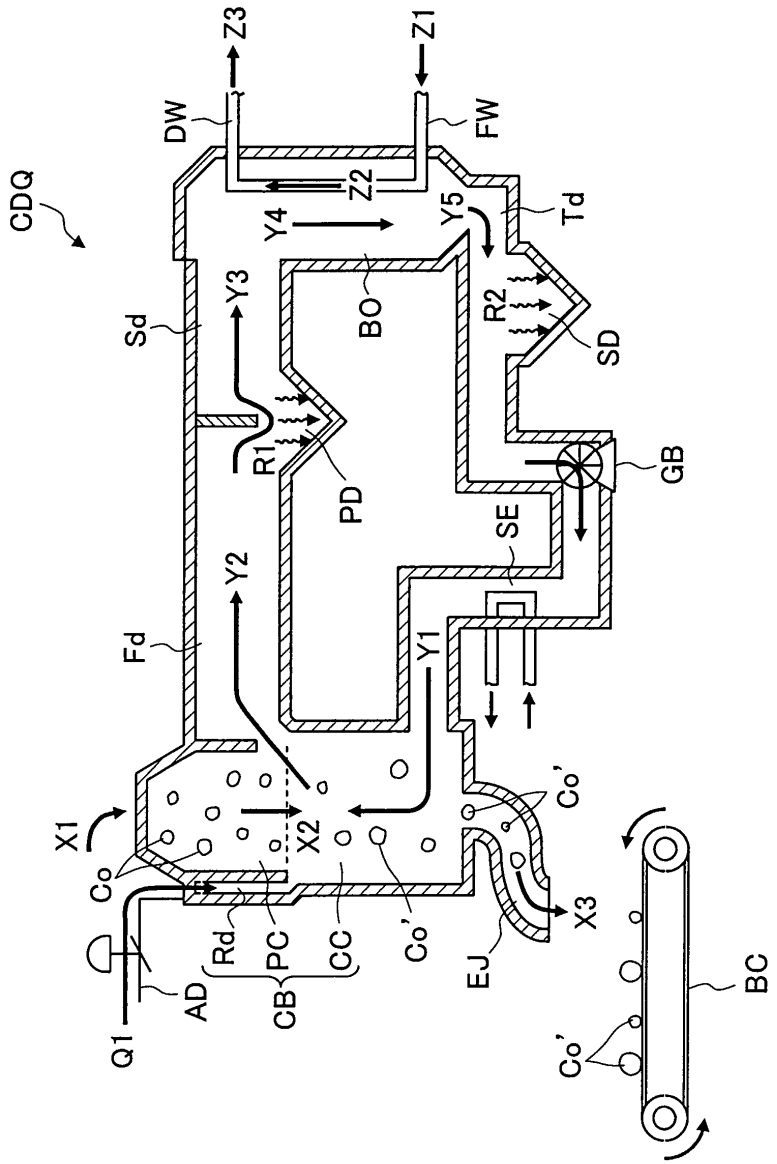
3

ФИГ.3



4

ФИГ.4


CDQ
Z3
Z1
DW
FW
Z2
Y4
Y5
Td
Y3
BO
R2
SD
Sd
R1
PD
GB
SE
Y2
Y1
Fd
X1
X2
Co'
Co
X3
Rd
PC
CC
EJ
AD
CB
Q1
BC