

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036038**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.09.16

(21) Номер заявки
201890890

(22) Дата подачи заявки
2016.10.14

(51) Int. Cl. **F27D 17/00** (2006.01)
B01D 47/06 (2006.01)
C21B 7/22 (2006.01)
F27D 19/00 (2006.01)

(54) **УДАЛЕНИЕ СУХОЙ ПЫЛИ ИЗ ПЕЧНОГО ГАЗА**

(31) **15190639.3**

(32) **2015.10.20**

(33) **EP**

(43) **2018.11.30**

(86) **PCT/EP2016/074769**

(87) **WO 2017/067862 2017.04.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДАНИЕЛИ КОРУС Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:
**Эвалтс Ваутер Бернд, Клот Питер
Дирк (NL)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В. (RU)**

(56) **US-A-4668253
US-A1-2010158773
FR-A1-2719499
US-A-2842193
US-A-4055331**

(57) В изобретении представлены способ и устройство для очистки печного газа. Один или более датчиков используют для постоянного отслеживания одного или более параметров, показательных для определения ожидаемого температурного пика в потоке доменного газа. Затем поток газа пропускают через градирню. В случае если измеряемый параметр превышает заданное предельное значение, в поток доменного газа, находящийся в градирне, распыляют охладитель, например воду. Затем поток доменного газа пропускают через одну или более фильтровальных установок.

B1

036038

036038

B1

Область техники

Данное изобретение относится к способу удаления сухой пыли из печного газа, образующегося в процессах производства металлов, такого как доменный газ или газ, вырабатываемый в электродуговых печах (ЭДП), конвертерных печах (КП) или в процессах прямого восстановления железа (ПВЖ). Данное изобретение относится также к устройству для осуществления этого способа.

Уровень техники

Доменный газ обычно имеет относительно высокое содержание монооксида углерода, например примерно 20-28%, что позволяет использовать его в качестве топливного газа в различных типах горелок. Однако содержание пыли в доменном газе, выходящем из доменной печи, является слишком высоким для стабильной работы горелок, поэтому содержание пыли в доменном газе следует существенно снижать. Обычно это осуществляют в двухстадийном процессе. На первой стадии более крупные частицы пыли отделяют в циклоне. На второй стадии отделяют более мелкие частицы, обычно с помощью скруббера, мокрым способом. Такой мокрый способ требует значительного потребления воды и приводит шлак и сточную воду, которые требуют дальнейшей обработки. Мокрая очистка в скруббере приводит также к снижению давления и температуры обработанного доменного газа, что снижает его эффективность в качестве топливного газа в газовой горелке ниже по потоку.

Чтобы преодолеть недостатки способов мокрой очистки газа, было предложено фильтровать газ с помощью рукавных фильтров, например в статьях Zhang Fu-Ming "Study on Dry Type Bag Filter Cleaning Technology of BF Gas at Large Blast Furnace", Proceedings of 5th International Congress on Science and Technology of Ironmaking, p. 612-616, 2009, Shanghai, China и Lanzerstorfer and Xu "Neue Entwicklungen zur Gichtgasreinigung von Hochofen: ein Überblick", ВН, v. 195, p. 91-98, 2014.

Доменный газ, выходящий из доменной печи, при нормальной работе обычно имеет температуру примерно 80-200°C, но из-за динамических характеристик процесса в доменной печи температура доменного газа может достигать пика примерно до 600-1000°C или выше. Если для очистки доменного газа используют рукавные фильтры, то эти пики температуры приводят к перегреву и повреждению рукавных фильтров.

Для регистрации температурных пиков в WO 2013/045534 предложено отслеживать изменения давления в доменном газе. В случае неожиданного пика давления в поток газа впрыскивают воду, например, в трубопроводе между циклоном и фильтровальной установкой. Недостатком такого охлаждения водой является то, что вода загрязняет доменный газ и повышает содержание в нем воды. Кроме того, распыленные капли необходимо полностью испарить, так как жидкая вода вносит вклад в засорение находящихся ниже по потоку рукавных фильтров.

Целью данного изобретения является сгладить пики температуры печного газа посредством впрыскивания жидкого охладителя при обеспечении полного испарения распыленных капель.

Краткое описание изобретения

Цели данного изобретения достигают посредством способа очистки доменного газа, включающего следующие стадии:

используют один или более датчиков для постоянного отслеживания одного или более параметров, показательных для определения ожидаемого температурного пика в потоке доменного газа. Отслеживаемый параметр может, например, включать температуру потока газа выше по потоку, например, в месте отбора из доменной печи, и/или пики давления в соответствии с концепцией WO 2013/045534, или любой другой подходящий параметр.

затем поток доменного газа пропускают через градирню;

в случае если измеренный параметр превышает заданное предельное значение, в градирне в поток доменного газа распыляют охладитель, например воду;

затем поток доменного газа пропускают через одну или более фильтровальных установок, в частности через установки рукавных фильтров.

Время пребывания в градирне обычно является достаточно продолжительным для того, чтобы испарить всю распыленную воду перед тем, как поток газа выходит из градирни при преобладающем по технологии давлении и температуре. Из-за распыления охладителя частицы, взвешенные в потоке газа, могут коагулировать или образовывать агломераты, что позволяет осуществить эффективное отделение этих частиц от потока доменного газа.

В одном из конкретных воплощений охладитель распыляют прямооток по отношению к потоку доменного газа, например, на входном конце конической секции, расширяющейся по направлению потока, например в направлении вниз по потоку. Например, коническая секция может иметь угол конуса примерно 3-9°, например около 6°. Эти меры способствуют созданию низкой турбулентности или даже обеспечению отсутствия турбулентности потока, что позволяет осуществить полное испарение капель и свести к минимуму контакт со стенкой.

Среднее время пребывания в градирне может составлять, например, от 3 до 8 с, обычно примерно от 5 до 6 с. Если это желательно, можно также обеспечивать меньшее или большее время пребывания. Скорость потока доменного газа обычно составляет примерно $10^5 - 8 \cdot 10^5 \text{ м}^3 \text{ (н.у.)/ч}$. Чтобы получить ука-

занное время пребывания при таких скоростях потока, объем градирни между соплами и выходом из градирни может составлять, например, от 80 до 1800 м³. В одном из конкретных воплощений пространство между соплами и выходом из градирни может иметь отношение высоты к диаметру по меньшей мере 2,5, например по меньшей мере 3; при этом диаметр представляет собой диаметр в нижней части градирни.

Давление в потоке доменного газа обычно составляет примерно 200-300 кПа, например около 250 кПа. Это давление можно поддерживать и в градирне.

Охладителем обычно является вода, хотя также можно применять и другие подходящие охладители. Вода может содержать добавки, например коагулянты.

Доменный газ, поступающий в градирню, обычно содержит ряд кислых и органических загрязняющих веществ, таких как хлористый водород, фтористый водород, карбонилсульфид и сероводород. Их можно удалять путем введения в поток газа основных агентов, например, в градирне или ниже по потоку от градирни. Основные агенты можно, например, распылять вместе с охладителем, например, в качестве агента, растворенного в распыляемой воде. В качестве альтернативы или дополнительно их можно отдельно добавлять в поток газа, в градирне и/или ниже по потоку от градирни, например в трубопроводе, по которому поток газа направляют к фильтровальной установке. Основные агенты можно добавлять в виде сухого соединения или в виде водного раствора. Подходящие соединения включают карбонат кальция, карбонат натрия (сода), гашеную известь или их смеси.

Другие типичные загрязняющие вещества доменного газа включают тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ); бензол, толуол и ксилол (БТК). Эти вещества можно удалять путем введения в поток доменного газа адсорбентов, например, в виде смеси с реагентами для нейтрализации кислых загрязняющих веществ. Адсорбенты могут содержать, например, активированный уголь, буроугольный кокс или мелкий цеолит.

Воду можно распылять с использованием одного или более сопел. Количество распыляемой воды может представлять собой, например, любое подходящее количество примерно до 200 м³/ч или даже больше, если это желательно.

Уставка для температуры на выходе из градирни может составлять, например, по меньшей мере 150°C, например не выше 250°C, например около 200°C.

После того как отслеживаемый параметр возвращен к приемлемому уровню, распыление можно прекратить. Весь введенный охладитель испаряется, и никакие оставшиеся капли не достигают расположенных ниже по потоку модулей рукавных фильтров.

В одном из конкретных воплощений направленный вниз поток газа отклоняют вверх над блоком сбора пыли. Это позволяет отделять большее количество коагулированных частиц из потока газа. Отделенные частицы собирают и выгружают. Например, в случае доменной печи с расходом 6·10⁵ м³ (н.у.)/ч можно собрать примерно 200-500 кг пыли в час.

Данный способ можно осуществлять на установке с доменной печью, включающей доменную печь с отводом для отбора доменного газа и расположенную ниже по потоку градирню, содержащую сопла, соединенные с линией подачи охладителя, например с линией подачи воды. Установка может включать более одной доменной печи и/или более одной расположенной ниже по потоку градирни.

В одном из конкретных воплощений сопла или по меньшей мере часть из них направлены по ходу потока, чтобы можно было распылять охладитель прямооток относительно потока доменного газа. В альтернативном случае все сопла или часть их могут быть размещены для распыления противотоком. Примеры подходящих сопел включают двухфазные сопла, например, с использованием для распыления охладителя инертного газа, такого как азот, или пар. Мощность потока воды на сопло может составлять, например, примерно от 5 до 100 л/мин.

Для того чтобы обеспечить направленный вертикально вниз поток газа, градирня может включать, например, вход для доменного газа в ее верхней секции и выход для доменного газа в ее нижней секции. Нижняя секция может, например, сужаться к выходу для пыли, для выгрузки коагулированных частиц.

В одном из конкретных воплощений градирня может включать боковой выход и трубную секцию, имеющую направленный вниз вход внутри градирни и выход, соединенный с боковым выходом. Для поступления в направленный вниз вход направленный вниз поток газа отклоняют вверх. Это позволяет отделять более крупные частицы пыли от потока газа. Направленный вниз вход может представлять собой, например, сужающийся кверху раструб конической формы с открытой нижней стороной. Этот раструб конической формы может быть помещен, например, по центру над сужающейся нижней секцией.

Для сбора отделенных частиц установка с доменной печью может, например, включать бункер с затвором, присоединенный к нижней части градирни посредством выпускной линии.

Установка с доменной печью обычно включает одно или более первых устройств для удаления пыли, таких как циклон или пылеуловитель, между отводом для отбора из доменной печи и градирней. Такой циклон или пылеуловитель можно использовать для отделения больших по размеру частиц пыли. Для того чтобы удалить более мелкие частицы пыли, установка с доменной печью может включать одно или более дополнительных устройств для удаления пыли, расположенных ниже по потоку от градирни. Эти расположенные ниже по потоку устройства для удаления пыли могут, например, представлять собой

фильтровальные установки, содержащие, например, рукавные фильтры и/или электростатические фильтры.

Краткое описание чертежей

Аспекты данного изобретения поясняют со ссылкой на сопровождающие чертежи, изображающие одно из воплощений.

На фиг. 1 показано воплощение установки с доменной печью, вид сбоку;

на фиг. 2 схематически показана установка по фиг. 1, вид сбоку;

на фиг. 3 показаны сопла внутри градирни установки по фиг. 1;

на фиг. 4 показана нижняя секция градирни.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1 показана установка 1 доменной печи, схематически показанная на фиг. 2. Установка 1 содержит доменную печь 2 с отводом 3 для отбора газа, соединенным с линией 4, ведущей к циклону 6, где от потока газа отделяют более крупные частицы пыли. Циклон 6 имеет на верхнем конце выход для газа, соединенный с линией 7 для выпуска газа, и выход 8 для пыли в его нижней части, соединенный с линией выгрузки пыли, для сбора и выгрузки пыли.

По линии 7 выпуска газа поток газа направляют к входу 9 на верхнем конце градирни 11. Градирня 11 имеет сужающуюся нижнюю секцию 12 (см. фиг. 2; на фиг. 1 она окружена цилиндрической стенкой 13), которая сужается к выходу 14 для пыли. На расстоянии над выходом 14 для пыли градирня 11 имеет боковой выход 16 для газа с дефлектором 17 потока, отклоняющим направленный вниз поток газа вверх, как разъяснено далее со ссылкой на фиг. 4.

На фиг. 3 показана средняя секция градирни 11 в сечении. Внутренняя часть градирни 11 содержит серию радиально направленных распылительных форсунок 15, проходящих сквозь стенку градирни 11. Распылительные форсунки 15 имеют направленные вниз сопла 18 в непосредственной близости от вертикальной оси градирни 11. В альтернативном воплощении сопла могут быть направлены вверх. Сопла 18 представляют собой двухфазные сопла с линией 15a подачи для сжатого азота и линией 15b подачи для воды. Азот служит в качестве распыляющего газа для воды. Вместо азота можно использовать другие инертные распыляющие газы, например пар.

Градирня 11 имеет цилиндрическую верхнюю секцию 11a, соединенную с конической средней секцией 11b, которая расширяется в направлении сверху вниз. Распылительные форсунки 15 помещены в верхнем конце конической секции 11b, в непосредственной близости от перехода к цилиндрической верхней секции 11a градирни 11. Такое положение форсунок 15 способствует хорошему распределению охлаждающей воды.

Линия 19 выпуска газа (см. фиг. 2) проходит от бокового выходного отверстия 16 к ряду фильтровальных установок 21 из рукавных фильтров. Газ распределяют по фильтровальным установкам 21 для фильтрации газа, а затем очищенный газ снова объединяют. Очищенный газ можно использовать в качестве топлива для доменных воздухонагревателей или газовых турбин.

В отводе 3 для отбора газа температуру проходящего доменного газа постоянно измеряют с использованием одного или более датчиков 22. Если температура газа превышает заданный предел, например 180°C, один или более датчиков 22 посылают сигнал тревоги на блок 23 управления. Блок 23 управления выполнен с возможностью активировать работу распылительных сопел 18 в градирне 11. Если температура газа в отводе 3 для отбора падает ниже заданного предела, датчики 22 посылают второй сигнал на блок 23 управления. В ответ на второй сигнал блок 23 управления отключает распылительные сопла 18.

В этом воплощении длина и диаметр градирни 11 являются такими, что среднее время пребывания доменного газа составляет по меньшей мере 5 с.

Пик температуры в потоке доменного газа обычно существует в течение примерно 2-10 мин. В течение этого времени распыляют воду, чтобы снизить пик температуры.

На фиг. 3 и 4 сопла 18 показаны более подробно. После того как пики температуры сглажены, доменный газ можно транспортировать к рукавным фильтрам 21 без повреждения материала фильтров. В линии 19, проходящей от градирни 11 до фильтровальных установок 21, в поток газа можно впрыскивать в блоках 24 впрыскивания основные соединения и/или адсорбенты для удаления загрязняющих веществ. Например, можно впрыскивать смесь, содержащую гашеную известь и активированный уголь. Для поддержания влагосодержания на как можно более низком уровне эти соединения можно добавлять в виде сухого порошка.

В градирне 11 отделенную пыль и введенные поглотители собирают и выгружают из нижней секции 12. С этой целью градирня 11 содержит трубную секцию 26, имеющую направленный вниз вход 27 и выход 28, соединенный с боковым выходом 16. Направленный вниз вход 27 представляет собой сужающийся вверх конический раструб 29 с открытой нижней стороной 31. Конический раструб 29 расположен по центру над сужающейся нижней секцией 12. Направление сверху вниз для доменного газа изменяют с помощью конического раструба 29 на направление снизу вверх к боковому выходу 16. Более крупные частицы не следуют по этой измененной траектории движения потока и отделяются от потока газа и собираются в сужающейся нижней секции 12 градирни 11.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки доменного печного газа, идущего из печи через устройство (6) для удаления пыли в одну или более фильтровальных установок (21), включающий следующие стадии:

один или более датчиков используют для непрерывного отслеживания одного или более параметров, показательных для определения ожидаемого температурного пика в потоке печного газа;

в случае если измеренный параметр превышает заданное предельное значение, в поток печного газа распыляют охладитель, например воду;

отличающийся тем, что

после прохождения через устройство для удаления пыли и перед прохождением через фильтровальные установки доменный печной газ пропускают сверху вниз через градирню, имеющую вход в ее верхней секции и выход в нижней части или вблизи нее; при этом градирня содержит сопла, распыляющие указанный охладитель в поток доменного печного газа прямооток или противоток по отношению к нему;

доменный печной газ пропускают через градирню таким образом, что в течение времени пребывания в градирне указанного газа охладитель испаряется до того, как доменный печной газ пройдет через выход (16) для доменного печного газа.

2. Способ по п.1, в котором параметр включает температуру потока доменного печного газа, измеренную в отводе для отбора из доменной печи.

3. Способ по п.1 или 2, в котором среднее время пребывания доменного печного газа в градирне составляет по меньшей мере 3 с, например 3-8 с.

4. Установка (1) для производства стали или железа с осуществлением очистки доменного печного газа способом по любому из пп.1-3, содержащая

доменную печь (2) с отводом (3) для отбора доменного печного газа;

устройство (6) для удаления пыли;

одну или более фильтровальных установок;

один или более датчиков, выполненных с возможностью непрерывного отслеживания одного или более параметров, показательных для определения ожидаемого температурного пика в потоке доменного печного газа;

сопла (18), соединенные с линией подачи охладителя;

отличающаяся тем, что установка дополнительно содержит

градирню (11), включающую вход (9) для доменного печного газа, соединенный с указанным отводом (3), в верхней секции градирни и выход (16) для доменного печного газа в нижней части градирни или вблизи нее; при этом выход для доменного печного газа ведет к указанным фильтровальным установкам; при этом градирня содержит сопла (18), направленные в направлении потока или в направлении, противоположном потоку; при этом устройство для удаления пыли расположено между отводом (3) доменной печи и градирней (11), при этом градирня выполнена с возможностью обеспечения в течение времени пребывания доменного печного газа в градирне испарения охладителя до того, как указанный газ пройдет через выход (16) для доменного печного газа.

5. Установка по п.4, в которой сопла (18) расположены на находящемся выше по потоку конце конической секции (11b) градирни; при этом коническая секция расширяется в направлении движения потока.

6. Установка по п.5, где коническая секция (11b) имеет угол конуса 3-9°.

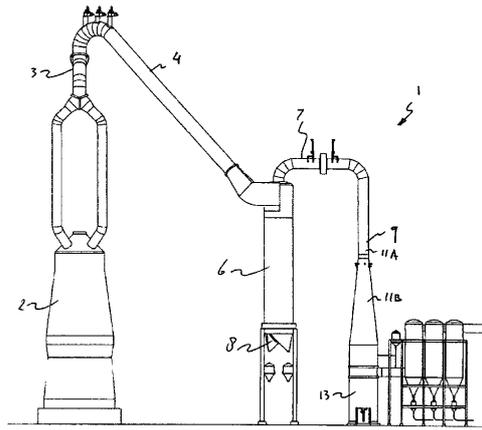
7. Установка по п.4, в которой выход для печного газа включает боковой выход (16) и трубную секцию (26), имеющую направленный вниз вход (27) и выход, соединенный с боковым выходом.

8. Установка по п.7, в которой направленный вниз вход (27) представляет собой сужающийся сверху раструб конической формы с открытой нижней стороной (31).

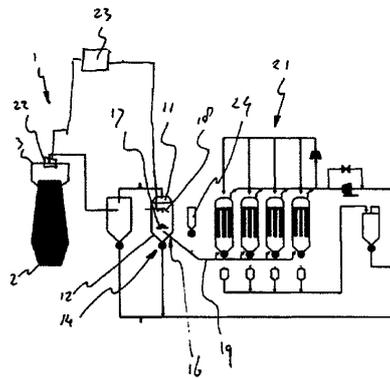
9. Установка по п.8, в которой нижняя секция градирни (11) сужается книзу к выходу для пыли; при этом раструб конической формы расположен по центру над сужающейся нижней секцией.

10. Установка по любому из пп.4-9, включающая бункер с затвором, соединенный с нижней частью градирни (11) посредством выпускной линии.

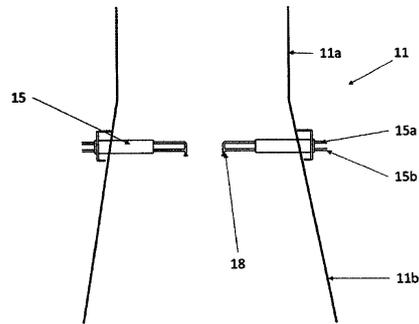
11. Установка по любому из пп.4-10, в которой первое устройство для удаления пыли представляет собой циклон или пылеуловитель.



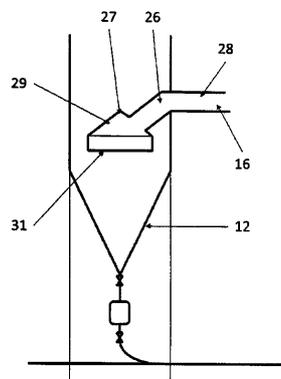
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

