

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **035373**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.06.03**

(21) Номер заявки  
**201890892**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.10.14**

(51) Int. Cl. **F27D 17/00** (2006.01)  
**B01D 46/02** (2006.01)  
**C21B 7/22** (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ И ФИЛЬТРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ПЕЧНОГО ГАЗА**

---

(31) **15190600.5**

(32) **2015.10.20**

(33) **EP**

(43) **2018.11.30**

(86) **PCT/EP2016/074767**

(87) **WO 2017/067861 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-4507130  
US-A-4668253  
WO-A1-2010148437  
US-A-5421845**

---

(57) Способ и устройство для очистки печного газа. Протекая в направлении (А) основного потока, печной газ проходит через сборку (13) рукавных фильтров. Профильтрованный печной газ, прошедший через рукавные фильтры, частично возвращают через одно или более сопел (28), которые перемещают вдоль расположенных ниже по ходу технологического потока концов рукавных фильтров. За один полный оборот над каждым рукавным фильтром (13) по меньшей мере один раз проходит по меньшей мере одно сопло (28). Сопло, проходящее над рукавным фильтром, вдувает профильтрованный печной газ через указанный рукавный фильтр в направлении (В) обратного потока. Направление обратного потока противоположно направлению основного потока.

**B1**

**035373**

**035373**

**B1**

### Область техники

Данное изобретение относится к способу и фильтрующему устройству для удаления сухой пыли из печного газа, полученного в процессах производства металлов, в частности, в процессах производства стали или чугуна; например, из доменного газа или газа, полученного в электродуговых печах, конвертерных печах или в процессах прямого восстановления железа.

### Уровень техники

Доменный газ обычно имеет относительно высокое содержание монооксида углерода, примерно 20-28%, что позволяет использовать его в качестве топливного газа в различных типах горелок. Однако содержание пыли в газе, выходящем из доменной печи, обычно составляет около 10-40 г/м<sup>3</sup> (н.у.), что является слишком высоким для использования в таких горелках. Для обеспечения надлежащей и стабильной работы горелок или другого оборудования, использующего доменный газ, содержание пыли в доменном газе следует существенно снизить. 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 производит шлам 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 расположенной далее по ходу технологического потока газовой горелке.

Чтобы преодолеть недостатки способов мокрой очистки газа, было предложено фильтровать газ с помощью рукавных фильтров, свисающих с трубной решетки; например, в статье Zhang Fu-Ming "Study on Dry Type Bag Filter Cleaning Technology of BF Gas at Large Blast Furnace" (Исследование технологии очистки доменного газа из большой доменной печи с помощью сухих рукавных фильтров), Proceedings of 5<sup>th</sup> International Congress on Science and Technology of Ironmaking (Материалы 5-й Международной конференции по научным исследованиям и разработке технологий получения железа), с. 612-616, 2009, Shanghai, China.

Рукавные фильтры можно очищать обратным потоком, обычно с помощью инертного газа, такого как азот, как, например, описано в обзоре Lanzerstorfer и Xu "Neue Entwicklungen zur Gichtgasreinigung von Hochofen: ein Überblick" (Новые тенденции развития очистки колошникового газа из доменной печи: обзор), ВН, т. 195, с. 91-98, 2014. Это можно осуществить в режиме офлайн или онлайн. Очистка в режиме офлайн прерывает процесс фильтрации. Очистка в режиме онлайн имеет тот недостаток, что газообразный азот охлаждает и разбавляет доменный газ. Чтобы свести к минимуму этот эффект, поток азота следует впрыскивать короткими, очень интенсивными импульсами, используя минимальное количество азота. Эти импульсы должны быть очень интенсивными, чтобы создать ударную волну, противодействующую основному потоку с давлением 0,25 МПа (2,5 бар). Максимальная длина рукавных фильтров, которые можно очистить таким обратным потоком в режиме онлайн, обычно составляет около 4 м.

В этой же публикации обсуждается японское фильтрующее устройство Kokura Steel Works от 1982 года, которое использует для очистки рукавных фильтров встречный поток очищенного доменного газа. Фильтры извлекают из потока газа и очищают в режиме офлайн.

Целью данного изобретения является обеспечить процесс сухой очистки для удаления пыли из доменного газа с применением рукавных фильтров, с использованием обратного потока в режиме онлайн, с улучшенной эффективностью очистки, что позволит использовать рукавные фильтры большей длины.

### Краткое описание изобретения

Цели данного изобретения достигают с помощью способа очистки печного газа, в котором печной газ, протекающий в направлении основного потока, проходит через сборку рукавных фильтров. Прошедший через рукавные фильтры профильтрованный печной газ частично возвращается через одно или более сопел, которые перемещают вдоль расположенных ниже по ходу технологического потока концов рукавных фильтров, при этом по меньшей мере одно сопло проходит над каждым рукавным фильтром по меньшей мере один раз за полный оборот. Сопло, проходящее над рукавным фильтром, вдвухает профильтрованный печной газ через рукавный фильтр в направлении обратного потока, при этом направление обратного потока является противоположным направлению основного потока.

Использование профильтрованного доменного газа для реализации обратного потока в режиме онлайн не охлаждает и не разбавляет основной поток доменного газа. Таким образом, можно использовать значительно большие количества, чем это было бы возможно в случае газообразного азота; поэтому импульсы могут быть более продолжительными и менее интенсивными. Так как в импульсе можно использовать более значительные количества применяемого для создания обратного потока газа, применяемые рукавные фильтры можно сделать значительно длиннее.

Применяемый для создания обратного потока возвратный газ можно отделять от основного потока непрерывно или периодически, например, если перепад давления на трубной решетке становится слишком большим. Количество возвратного газа может составлять, например, примерно от 0,1 до 0,5 об.% от основного потока газа.

В одном из конкретных воплощений сопла расположены в кронштейне, выполненном с возможностью перемещения над сборкой рукавных фильтров. Сборка рукавных фильтров может, например, состо-

ять из некоторого количества концентрических кругов, что позволяет в максимальной степени использовать внутреннее пространство фильтрующего устройства; обычно она является цилиндрической, с учетом проведения процесса под давлением. В этом случае кронштейн с соплами может представлять собой, например, кронштейн, вращающийся вокруг центральной оси, т.е. коаксиально с круглой сборкой рукавных фильтров. Соответствующие сопла расположены так, что при вращении кронштейна они проходят над рукавными фильтрами, имеющими соответствующие положения по радиусу, причем над каждым рукавным фильтром в ходе полного оборота проходит по меньшей мере одно сопло.

В виде сверху рукавные фильтры и отверстия в трубной решетке могут быть, например, круглыми или овальными. Использование овальных рукавных фильтров помогает оптимально использовать пространство, если рукавные фильтры расположены в виде концентрических кругов. Кроме того, время, в течение которого проходящее сопло будет находиться над рукавным фильтром, будет более продолжительным, если рукавные фильтры являются овальными, с проходящей по радиусу короткой осью и тангенциально направленной длинной осью, так что импульсы обратного потока будут более длительными.

Давление в потоке доменного газа в основном направлении обычно составляет по меньшей мере 0,15 МПа (1,5 бар), например по меньшей мере 0,2 МПа (2 бар) или по меньшей мере 0,25 МПа (2,5 бар). В соплах давление обратного потока может составлять, например, примерно на 0,01-0,12 МПа (0,1-1,2 бар), например на 0,05-0,1 МПа (0,5-1,0 бар), например, примерно на 0,08 МПа (0,8 бар) выше, чем давление внутри основного потока газа в направлении основного потока.

Применение очищенного доменного газа дает возможность применять значительно большие количества газа обратного потока.

Описанный способ можно эффективно осуществлять с помощью фильтрующего устройства для очистки технологического газа в процессе производства металла, включающего по меньшей мере одну емкость с впускным отверстием для газа в нижней секции; выпускным отверстием для газа в верхней секции; трубной решеткой между впускным и выпускным отверстиями для газа.

Трубная решетка включает совокупность отверстий; при этом каждое отверстие снабжено рукавным фильтром, свисающим из указанного отверстия. Выпускное отверстие для газа соединено с выпускной линией. Возвратная линия соединяет расположенную ниже по ходу технологического потока секцию выпускной линии с возвратным впускным отверстием, расположенным на верхнем конце емкости. Возвратная линия может, например, включать вспомогательную компрессорную установку, для возврата очищенного газа с желаемым избыточным давлением. Возвратная линия может соединяться с ротором, имеющим по меньшей мере один радиальный кронштейн, выполненный с возможностью вращения вокруг центральной оси емкости; при этом выполненный с возможностью вращения кронштейн определяет канал, соединенный с возвратной линией, например, через центральный канал ротора, расположенный коаксиально внутри емкости. Канал радиального кронштейна снабжен направленными вниз соплами, положения которых по радиусу соответствуют расположению в радиальном направлении отверстий трубной решетки; поэтому в ходе полного поворота ротора над каждым рукавным фильтром проходит по меньшей мере одно сопло.

#### **Краткое описание чертежей**

Описанный способ и фильтрующее устройство ниже пояснены со ссылками на сопровождающие чертежи, изображающие одно из воплощений.

Фиг. 1 изображает схему фильтрующего устройства для очистки доменного газа;

фиг. 2 изображает ротор с соплами для очистки рукавных фильтров фильтрующего устройства фиг. 1;

фиг. 3 изображает деталь ротора фиг. 2 в виде сбоку.

#### **Подробное описание изобретения**

На фиг. 1 изображена схема фильтрующего устройства для фильтрации доменного газа или технологического газа от подобных процессов производства металлов. Газ подают в направлении А. Возможно, сначала газ обрабатывают с помощью такого устройства для удаления пыли, как циклон, например, для удаления больших по размеру частиц пыли; и/или сначала газ можно охладить, например, чтобы снизить температурные пики, и/или обработать абсорбентами и/или щелочными агентами для удаления кислотных и органических загрязняющих веществ.

Доменный газ распределяют по фильтрующим устройствам; в изображенном для примера устройстве это четыре фильтрующих устройства. Каждое из фильтрующих устройств включает цилиндрическую емкость, работающую под давлением, с впускным отверстием 4 для газа в нижней секции 5 емкости 2 и выпускным отверстием 6 в верхней секции 7 емкости 2. Доменный газ протекает в направлении А основного потока, от нижней секции 5 емкости 2 к верхней секции 7. В верхней секции 7 емкости 2 расположена круглая трубная решетка 9. Трубная решетка 9 снабжена овальными отверстиями 11, расположенными в виде концентрических кругов (см. фиг. 2). Короткие оси овальных отверстий 11 проходят в радиальном направлении, а длинные - в тангенциальном направлении по отношению к центральной оси трубной решетки. Из каждого отверстия 11 свисает рукавный фильтр 13 с соответствующим овальным наружным контуром в виде сверху. Каждый рукавный фильтр 13 имеет открытый конец, соединенный с соответствующим отверстием 11 в трубной решетке 9, и закрытый конец 14 на его противоположном конце. В каждый рукавный фильтр 13 помещен ажурный каркас (не показан), предназначенный для под-

держания рукавного фильтра 13 в расправленном виде, противодействуя давлению основного потока доменного газа. По периферии трубная решетка 9 соединена с внутренней стенкой емкости 2, чтобы вынудить весь доменный газ протекать через рукавные фильтры 13 в отверстиях 11.

Выпускные отверстия 6 емкостей 2 открываются в общую выпускную линию 15, по которой профильтрованный газ отводят через обычную турбину 18 для извлечения чистого доменного газа, чтобы снизить давление посредством расширения. После снижения давления газ можно использовать в качестве топлива для горелок. Если турбина находится в неисправном состоянии, в качестве запасного варианта можно использовать обычный понижающий клапан 17.

Основная возвратная линия 19 отходит от общей выпускной линии 15 и расщепляется на возвратные линии 21, идущие по одной возвратной линии на каждую емкость 2. Основная возвратная линия 19 включает вспомогательную компрессорную установку 23, повышающую давление возвратного потока до уровня, превышающего давление в основном газовом потоке. Каждая возвратная линия 21 соединяется с ротором 25, изображенным более подробно на фиг. 2 и 3. Ротор 25 определяет, по существу, вертикальный центральный канал 27, расположенный коаксиально внутри емкости, в пространстве над трубной решеткой 9. Ротор 25 может вращаться вокруг продольной оси X центрального канала 27. Ротор 25 включает радиально размещенные полые кронштейны 29, соединенные с нижним концом центрального канала 27. Радиальные кронштейны 29 определяют каналы с соплами 28 на их стороне, обращенной к трубной решетке 9. Радиус каждой окружности отверстий 11 соответствует радиальному положению по меньшей мере одного из сопел 28 по меньшей мере одного из радиальных кронштейнов 29. В изображенном примере воплощения каждое расстояние между двумя соседними соплами кронштейна 29 в три раза больше расстояния между отверстием 11 в трубной решетке 9 и следующим отверстием 11 в радиальном направлении. В результате только одно из трех отверстий очищают с помощью сопел 28 одного радиального кронштейна 29. Сопла 28 других двух кронштейнов 29 расположены таким образом, что они очищают оставшиеся рукавные фильтры 13. Следовательно, в ходе каждого полного оборота ротора 25 над каждым отверстием 11 в трубной решетке 9 проходит сопло 28 одного из радиальных кронштейнов 29.

Дверца 30 обеспечивает доступ к пространству над трубной решеткой 9 для осуществления технического обслуживания или ремонта.

Нижние секции 5 соответствующих емкостей 2 являются коническими и собирают отделенную пыль. Ниже конических секций 5 емкостей 2 находятся бункеры 31 для сбора пыли, соединенные с линией 32 для выгрузки пыли.

Исходный доменный газ подают в емкости 2 и пропускают через рукавные фильтры 13 в направлении А основного потока. Давление в основном потоке на входе 4 емкости 2 обычно составляет около 0,25 МПа (2,5 бар). Профильтрованный газ собирают в верхних секциях 7 емкостей 2 в то время, как пыль остается на внешней поверхности рукавных фильтров 13.

Профильтрованный газ, собранный ниже трубной решетки 9 по ходу технологического потока, выпускают через соответствующие выпускные отверстия 6 и выпускную линию 15. Часть газа постоянно отбирают по возвратной линии 19. Вспомогательная компрессорная установка 23 повышает давление, например, по меньшей мере до 0,33 МПа (3,3 бар), что на 0,08 МПа (0,8 бар) выше, чем давление в основном потоке.

Профильтрованный газ протекает по возвратным линиям 21 в верхние секции 7 соответствующих емкостей 2, по центральному каналу 27 и по трем радиальным кронштейнам 29 ротора 25; и этот газ вдувают через сопла 28 в направлении В обратного потока, которое противоположно направлению А основного потока. Сопла 28 вдувают очищенный газ в соответствующие отверстия 11 трубной решетки, обращенные к соответствующим соплам, когда сопла проходят над отверстиями в ходе вращения ротора 25. Так как центральный канал 27 и радиальные кронштейны 29 непрерывно вращаются, за полный оборот ротора 25 над каждым отверстием 11 проходит сопло 28 для выдува.

Газ вдувают в отверстия 11 с избыточным давлением, например, около 0,08 МПа (0,8 бар). Пыль, собранную на внешней поверхности рукавных фильтров 13, сдувают, и она падает вниз, в нижнюю секцию 5 емкости 2. Это восстанавливает пропускную способность рукавных фильтров 13.

Если в нижней секции 5 емкостей 2 собрано достаточное количество пыли, выпускной клапан для пыли открывают и пыль собирают в соответствующих бункерах 31 для сбора пыли. В дальнейшем пыль выгружают по выпускной линии 32 для пыли, например, для последующей обработки.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки печного газа, в котором печной газ, протекающий в направлении (А) основного потока, проходит через круглую сборку рукавных фильтров (13);

где профильтрованный печной газ, прошедший через рукавные фильтры, частично возвращают через одно или более сопел (28), которые перемещают вдоль расположенных ниже по ходу технологического потока концов рукавных фильтров;

при этом сопла (28) расположены по меньшей мере в одном вращающемся кронштейне (29), вра-

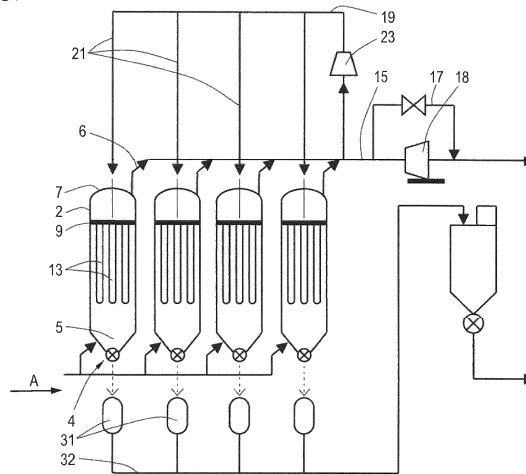
шающемся вокруг центральной оси, которая коаксиальна сборке рукавных фильтров; при этом соответствующие сопла (28) расположены так, что в ходе вращения вращающегося кронштейна они проходят мимо рукавных фильтров, имеющих соответствующие положения по радиусу;

при этом в ходе полного оборота кронштейна над каждым рукавным фильтром (13) по меньшей мере один раз проходит по меньшей мере одно сопло (28);

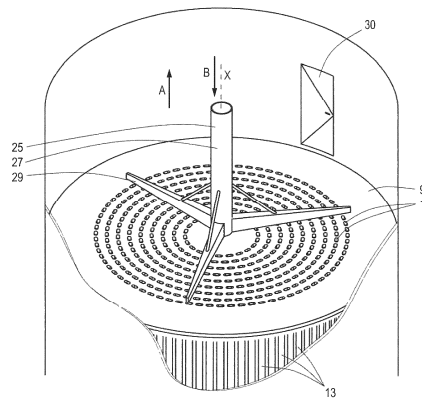
причем сопло, проходящее над рукавным фильтром, вдвует через указанный рукавный фильтр профильтрованный печной газ в направлении (В) обратного потока; где направление обратного потока является противоположным направлению основного потока.

2. Способ по п.1, в котором обратный поток (В) вдвуют с избыточным давлением 0,01-0,12 МПа (0,1-1,2 бар), предпочтительно 0,05-0,1 МПа (0,5-1,0 бар), более предпочтительно около 0,08 МПа (0,8 бар) относительно давления в потоке печного газа, протекающем в основном направлении (А).

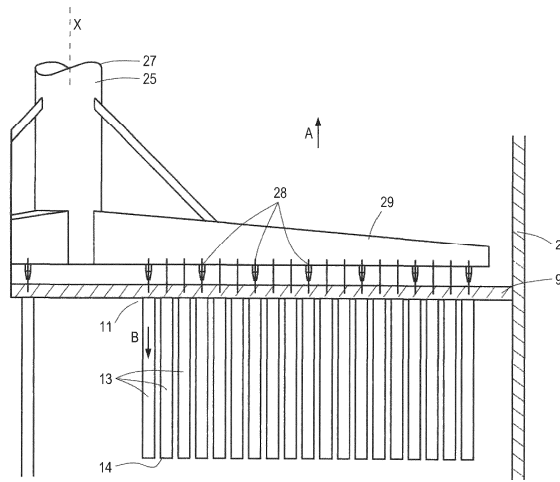
3. Способ по любому из пп.1 или 2, в котором давление в потоке печного газа, протекающем в направлении (А) основного потока, составляет по меньшей мере 0,15 МПа (1,5 бар), предпочтительно по меньшей мере 0,25 МПа (2,5 бар).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

