



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014101612/05, 01.06.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.06.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
21.06.2011 АТ А 906/2011

(43) Дата публикации заявки: 27.07.2015 Бюл. № 21

(45) Опубликовано: 10.09.2016 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO 2009/037587 A2, 26.03.2009. WO
2009/146982 A1, 10.12.2009. WO 2010/046211 A1,
29.04.2010. RU 2060281 C1, 20.05.1996.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 21.01.2014(86) Заявка РСТ:
ЕР 2012/060355 (01.06.2012)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/175313 (27.12.2012)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

МИЛЛЬНЕР Роберт (АТ),
РАЙН Норберт (АТ),
ПЛАУЛЬ Ян-Фридеманн (АТ),
РОЗЕНФЕЛЛЬНЕР Геральд (АТ)

(73) Патентообладатель(и):

ПРАЙМЕТАЛЗ ТЕКНОЛОДЖИЗ
АУСТРИА ГМБХ (АТ)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ В УСТАНОВКЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ПРЯМЫМ ВОССТАНОВЛЕНИЕМ РУД

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройству для регулирования технологических газов в установке для получения металлов прямым восстановлением руд. Устройство имеет восстановительный реактор, смонтированное выше по потоку относительно восстановительного реактора устройство для разделения газовых смесей с сопряженным нагнетательным устройством, установленное ниже по потоку относительно восстановительного реактора газоочистительное устройство, сконфигурированное для регулирования количества технологических газов,

и устройство для регулирования давления, которое таким образом размещено перед местом присоединения подводящего трубопровода к перепускному трубопроводу для технологических газов, в частности так называемого отходящего газа, что уровень давления поддерживается постоянным в устройстве для разделения газовых смесей с сопряженным нагнетательным устройством. Изобретение обеспечивает сокращение капитальных затрат, а также эксплуатационных расходов, в частности на электроэнергию. 9 з.п. ф-лы, 1 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 596 253**⁽¹³⁾ **C2**

(51) Int. Cl.

B01D 53/00 (2006.01)

C21B 13/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2014101612/05, 01.06.2012**

(24) Effective date for property rights:
01.06.2012

Priority:

(30) Convention priority:
21.06.2011 AT A 906/2011

(43) Application published: **27.07.2015** Bull. № 21

(45) Date of publication: **10.09.2016** Bull. № 25

(85) Commencement of national phase: **21.01.2014**

(86) PCT application:
EP 2012/060355 (01.06.2012)

(87) PCT publication:
WO 2012/175313 (27.12.2012)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "JUrIdicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**MILLNER Robert (AT),
RAJN Norbert (AT),
PLAUL YAn-Fridemann (AT),
ROZENFELLNER Gerald (AT)**

(73) Proprietor(s):

**PRAJMETALZ TEKNOLODZHIZ AUSTRIA
GMBKH (AT)**

(54) **DEVICE FOR CONTROL OF PROCESS GASES IN APPARATUS FOR PRODUCING METAL BY DIRECT REDUCTION OF ORE**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to a device for controlling process gases in an apparatus for producing metal by direct reduction of ore. Device has reducing reactor, a device mounted upstream of reducing reactor for separation of gas mixtures with coupled pressure device, a gas-cleaning device arranged downstream of reducing reactor configured to adjust amount of process gases, and a device for pressure control, which is

arranged ahead of connection of supply pipeline to bypass pipeline for process gases, particularly so-called exhaust gas pressure level is maintained constant in device for separation of gas mixtures with coupled discharge device.

EFFECT: invention ensures reduction of capital costs and operating costs, in particular to electric power.

10 cl, 1 dwg

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к устройству для регулирования технологических газов в установке для получения металлов прямым восстановлением руд. При этом установка для получения металлов прямым восстановлением руд и, соответственно, металлов, в частности, железа, имеет по меньшей мере один восстановительный реактор (например, реакторную систему с псевдоожиженным слоем, шахтный восстановительный реактор с неподвижным слоем или, например, шахтный восстановительный реактор для процесса MIDREX® и т.д.), смонтированное выше по потоку относительно восстановительного реактора устройство для разделения газовых смесей с сопряженным нагнетательным устройством и установленное ниже по потоку относительно восстановительного реактора газоочистительное устройство. При этом необходимые для получения металлов прямым восстановлением руд технологические газы частично получают рециркуляцией из самого производственного процесса и частично подаются через подводящий трубопровод, который впадает в перепускной трубопровод для технологических газов, из установки для выплавки чугуна, например, такой как установка для восстановительной плавки.

Уровень техники

Так называемое прямое восстановление металлических руд и, соответственно, металлов, в частности, железной руды и, соответственно, оксида железа, может выполняться в одной отдельной установке, так называемой установке для прямого восстановления. Такого рода установка для получения металлов прямым восстановлением и, соответственно, губчатого железа, которое также называется железом прямого восстановления (DRI = Железо Прямого Восстановления), обычно включает по меньшей мере один восстановительный реактор, например, такой как шахтный восстановительный реактор с неподвижным слоем, реакторную систему с псевдоожиженным слоем и т.д., в зависимости от того, присутствует ли восстанавливаемый металл, например, в форме кусков или мелкозернистых частиц, или, соответственно, требуется для переработки в чугун, подобные чугуну продукты или для выплавки стали и т.д.

При прямом восстановлении металлических руд и, соответственно, железной руды восстанавливаемый материал (например, металлическая руда, железная руда, оксид железа и т.д.) в кусковой форме - например, в виде кусковой руды или окатышей - или в форме мелкозернистых частиц, вводится в содержащую по меньшей мере один восстановительный реактор установку. В этом случае материал поступает в восстановительный реактор по принципу противотока с технологическим газом - так называемым восстановительным газом. При этом материал, например, такой как оксид железа, например, полностью или частично восстанавливается до так называемого губчатого железа, и восстановительный газ при этом окисляется. Восстановленный материал, например, такой как губчатое железо, тогда имеет степень металлизации от около 45 до более 95%.

Необходимые для восстановления технологические газы, например, такие как восстановительный газ, получают, например, в плавильном газификаторе, например, при проведении способа восстановительной плавки (например, COREX®, FINEX® и т.д.), или в установке газификации угля, и предпочтительно вводятся в восстановительный реактор в его четверти от средней до нижней, или, соответственно, в случае реакторов с псевдоожиженным слоем, предпочтительно в первый реактор с псевдоожиженным слоем. Полученный, например, в плавильном газификаторе восстановительный газ предпочтительно нагрет до температуры от 750 до 1000°C,

содержит пыль, а также обогащен монооксидом углерода и водородом (например, с содержанием от около 70 до 90% CO и H₂). Восстановительный газ поднимается в восстановительном реакторе вверх или, соответственно, при реакторе с псевдоожиженным слоем пропускается из реактора в реактор и при этом

восстанавливает материал (например, металлическую руду, железную руду, оксид железа и т.д.), преимущественно в режиме противотока. Затем восстановительный газ в качестве так называемого отходящего газа выводится из восстановительного реактора.

С помощью присоединенного ниже по потоку относительно восстановительного реактора газоочистительного устройства (например, газопромывателя) очищается и в качестве так называемого рециркуляционного газа, по меньшей мере частично, направляется для обработки в присоединенное выше по потоку относительно восстановительного реактора устройство для разделения газовых смесей, в частности, устройство для удаления CO₂ (например, методом адсорбции при переменном давлении или вакуумной адсорбции при переменном давлении и т.д.), с использованием сопряженного нагнетательного устройства. После обработки в устройстве для разделения газовых смесей газ может быть опять введен в восстановительный реактор в качестве восстановительного газа, причем необходимое в устройстве для разделения газовых смесей давление, которое создается с помощью сопряженного нагнетательного устройства (например, компрессора), опять должно быть уменьшено или, соответственно, снижено.

Наряду, например, с частичным повторным применением использованных в установке технологических газов применяется так называемый утилизируемый газ, который, например, выводится из процесса выплавки чугуна или, соответственно, процесса восстановительной плавки, например, такого как способы COREX®, или FINEX®, поскольку там он больше не может быть использован, для процесса восстановления в восстановительном реакторе. Наименование «утилизируемый газ» служит, в частности, в качестве обозначения той части так называемого колошникового газа, которая выводится из процесса восстановительной плавки или, соответственно, процесса выплавки чугуна, как правило, охлаждается и также подвергается обеспыливанию, в частности, сухому удалению пыли и, по обстоятельствам, других технологических газов, например, таких как избыточный газ из плавильного газификатора. При этом колошниковым газом обычно обозначается использованный восстановительный газ из доменной печи, плавильного газификатора или шахтного восстановительного реактора/реактора с псевдоожиженным слоем.

Если утилизируемый газ выводится из одной или многих установок восстановительной плавки, например, на основе COREX®- и/или FINEX®-процесса, для получения металла прямым восстановлением, то подобная установка обозначается как так называемая комбинированная установка. При этом утилизируемый газ через подводящий трубопровод вводится в установку для получения металла прямым восстановлением и, соответственно, железа и используется в имеющемся в каждом случае восстановительном реакторе (например, реакторной системе с псевдоожиженным слоем, шахтной восстановительной печи, шахтном восстановительном MIDREX®-реакторе и т.д.), причем подводимый утилизируемый газ может быть смешан с рециркуляционным газом из установки для получения металлов прямым восстановлением руд и, соответственно, железа.

Правда, обычно между подводимым утилизируемым газом и технологическими газами установки для получения металла прямым восстановлением возникает разность давлений, и, соответственно, это может вести к величинам давления при введении

утилизируемого газа, которые могут иметь значение от около 0,8 до около 2 бар (0,08-0,2 МПа) избыточного давления. В дополнение, количество подводимого из одной или многих установок для восстановительной плавки утилизируемого газа может колебаться, например, до 10%, вследствие чего могут возникать вариации величин расхода потока технологических газов в процессе восстановления.

Конечно, для оптимального режима функционирования процесса восстановления в установке для получения металла прямым восстановлением и, соответственно, железа необходимо приблизительно постоянное давление на входе устройства для разделения газовых смесей и, соответственно, в сопряженном нагнетательном устройстве. Обычно входное давление в нагнетательном устройстве должно быть постоянным, например, на уровне около 2 бар (0,2 МПа) избыточного давления, и, соответственно, давление на входе устройства для разделения газовых смесей должно быть постоянным на уровне, например, от около 3 до 8 бар (0,3-0,8 МПа) избыточного давления, чтобы обеспечивать эффективное и экономичное удаление CO_2 из технологических газов.

В дополнение, в восстановительном реакторе предусматривается приблизительно постоянное количество восстановительного газа. Это приблизительно постоянное количество газа, и, соответственно, соотношение количества восстановительного газа и подвергнутого прямому восстановлению материала (металла, железа (DRI (железа прямого восстановления) и т.д.) при этом определяет, например, качество полученного прямым восстановлением металла или, соответственно, железа. Поэтому в зависимости от желательного качества продукта необходимо конкретно выбранное, приблизительно постоянное количество восстановительного газа в восстановительном реакторе.

Поэтому обычно в комбинированной установке для регулирования давления утилизируемого газа и, соответственно, для постоянного входного давления в сопряженном с устройством для разделения газовых смесей нагнетательном устройстве используются один или многие компрессоры. Этот компрессор или, соответственно, эти компрессоры, например, устанавливаются в перепускном трубопроводе для рециркуляционного газа и, соответственно, перед местом присоединения к подводящему трубопроводу для утилизируемого газа. В дополнение, регулирование величины расхода потока выполняется для регулировок конкретного желательного количества восстановительного газа в процессе восстановления с помощью сложного и дорогостоящего клапанного блока, который размещается между устройством для разделения газовых смесей и смонтированным выше по потоку относительно восстановительного реактора нагревательным устройством для восстановительного газа.

Этим обычно обуславливается высокий перепад давления - вследствие требуемого, относительно высокого рабочего давления в устройстве для разделения газовых смесей, в частности, при использовании вакуумной адсорбции при переменном давлении (VPSA), и относительно низкого рабочего давления в восстановительном реакторе. Так, например, при применении установки с переменным давлением и так называемого шахтного восстановительного MIDREX®-реактора в качестве восстановительного реактора вследствие необходимого в каждом случае рабочего давления теряются от около 1 до 5 бар (0,1-0,5 МПа). Наряду со значительной потерей давления вследствие регулирования величины расхода потока с помощью клапанного блока, применение одного или более компрессоров в трубопроводе для рециркуляционного газа имеет тот недостаток, что становятся относительно высокими как капиталовложения, так и расходы на техническое обслуживание установки.

Сущность изобретения

Поэтому в основу изобретения положена задача найти простое устройство для регулирования технологических газов в установке для получения металлов прямым восстановлением руд и, соответственно, железа, с помощью которого простым путем сокращается или, соответственно, предотвращается потеря давления внутри установки, а также сокращаются затраты.

Решение этой задачи достигнуто с помощью устройства указанного вначале типа, причем для регулирования количества технологических газов приспособлено газоочистительное устройство, которое подключено ниже по потоку относительно по меньшей мере одного восстановительного реактора. В дополнение, устройство включает регулятор давления, который таким образом размещен перед местом присоединения подводящего трубопровода к перепускному трубопроводу для технологических газов, в частности, так называемого отходящего газа, что поддерживается постоянный уровень давления в устройстве для разделения газовых смесей с сопряженным нагнетательным устройством.

Основной аспект предлагаемого согласно изобретению технического решения состоит в том, что регулирование давления технологических газов, в частности, для смеси рециркуляционного газа (= отходящего газа в перепускном трубопроводе и, соответственно, трубопроводе для рециркуляционного газа установки) и подводимого утилизируемого газа из установки для выплавки чугуна, в частности, установки для восстановительной плавки, например, на основе COREX®- и/или FINEX®-процесса, производится посредством устройства для регулирования давления, например, такого как управляемый редукционный клапан, турбодетандер и т.д. Тем самым, несмотря на колебания давления, прежде всего в подводящем трубопроводе для утилизируемого газа, обеспечивается постоянство давления на уровне около 2 бар (0,2 МПа) избыточного давления на входе сопряженного с устройством для разделения газовых смесей нагнетательного устройства (например, компрессора) и, соответственно, постоянство уровня давления в устройстве для разделения газовых смесей (например, на адсорбционной основе (V)PSA и т.д.). Благодаря этому не требуются компрессоры в перепускном трубопроводе и, соответственно, трубопроводе для рециркуляционного газа, и снижаются как капитальные затраты, так и расходы на техническое обслуживание установки для получения металлов прямым восстановлением руд и, соответственно, железа. Также сокращаются текущие эксплуатационные затраты благодаря уменьшенному потреблению электроэнергии в установке.

Для управления и, соответственно, регулирования количества технологических газов, в частности, восстановительного газа, который в конечном итоге поступает в восстановительный реактор, используется присоединенное ниже по потоку относительно восстановительного реактора газоочистительное устройство (например, газопромыватель и т.д.). Для этого газоочистительное устройство имеет устройство для регулирования величины расхода потока, например, такое как проходной клапан, регулируемая трубка Вентури и т.д. С помощью этого устройства для регулирования величины расхода потока тогда определяется то количество технологических газов, которое очищается в газоочистительном устройстве и протекает через него. Тем самым может быть достигнута экономия на сложном и дорогостоящем клапанном блоке, который устанавливается для регулирования величины расхода потока между устройством для разделения газовых смесей и присоединенным выше по потоку относительно восстановительного реактора нагревательным устройством для восстановительного газа. Наряду с экономией затрат, благодаря регулированию количества и величины расхода потока посредством газоочистительного устройства,

могут сокращены или, соответственно, предотвращены потери давления внутри установки для получения металлов прямым восстановлением руд и, соответственно, железа. В идеальном случае, соответствующее изобретению устройство также может быть использовано в разнообразных восстановительных реакторах, например, таких как реакторные системы с псевдоожиженным слоем, шахтный восстановительный реактор с неподвижным слоем или шахтный восстановительный MIDREX®-реактор.

Кроме того, также является предпочтительным, когда регулирование количества технологических газов в газоочистительном устройстве конфигурировано таким образом, что подводимое в восстановительный реактор количество технологических газов регулируется и поддерживается постоянным. С помощью устройства для регулирования величины расхода потока, предусмотренного в газоочистительном устройстве, может быть очень простым путем установлено количество восстановительного газа для применяемого в данной ситуации восстановительного реактора. В дополнение, регулирование количества и, соответственно, величины расхода потока в присоединенном ниже по потоку относительно восстановительного реактора газоочистительном устройстве имеет то преимущество, что может быть оптимизирована разность давлений (например, типично между 0,3 и 0,5 бар (0,03-0,05 МПа)) для газоочистительного устройства в отношении промывающей способности.

Одно предпочтительное усовершенствование соответствующего изобретению устройства дополнительно для регулирования давления имеет перед устройством для регулирования давления выпускной трубопровод, через который могут быть отведены избыточные количества технологического газа, в частности, в качестве утилизируемого газа из установки для получения металлов прямым восстановлением и, соответственно, железа. При этом предпочтительно, чтобы в выпускном трубопроводе для избыточных количеств технологического газа был предусмотрен регулировочный клапан. С помощью выпускного трубопровода, с одной стороны, может быть установлен оптимальный уровень давления в устройстве для разделения газовых смесей. В дополнение, могут быть отведены избыточные количества газа, в частности, избыточного рециркуляционного газа, в качестве так называемого утилизируемого газа установки для получения металлов прямым восстановлением руд. Тем самым может быть дополнительно отрегулировано еще более точное количество газа для восстановительного реактора, и могут быть простым путем компенсированы колебания количества утилизируемого газа, подводимого из установки для выплавки чугуна.

Является предпочтительным, когда устройство для разделения газовых смесей конфигурировано как устройство для адсорбции при переменном давлении (PSA) или как устройство для вакуумной адсорбции при переменном давлении (VPSA). Под адсорбцией при переменном давлении обычно понимается способ физического разделения газовых смесей под давлением с помощью так называемой адсорбции (= связывания, например, определенных газообразных компонентов газовой смеси, например, таких как H_2O , CO_2 и т.д., веществом или так называемым адсорбентом). При получении металлов прямым восстановлением руд и, соответственно, железа с помощью устройства для адсорбции при переменном давлении из технологических газов удаляется CO_2 , и тем самым они опять могут быть использованы для процесса восстановления в восстановительном реакторе и могут быть окислены.

В устройстве для адсорбции при переменном давлении или «короткоциклового безнагревного адсорбционного разделения при переменном давлении» (PSA) разделяемая газовая смесь подается при повышенном давлении (например, от около 6 до 10 бар (0,6-1,0 МПа)) в устройство, которое заполнено адсорбентом, таким образом, что она

протекает через него, и один или многие удаляемые компоненты (например, H_2O , CO_2) адсорбируются. Оставшаяся газовая смесь покидает устройство через выпускной канал. Когда адсорбент насыщается, процесс, например, с помощью клапана или сбросом давления, переключается таким образом, что адсорбированный(-ные) компонент или, соответственно, компоненты опять десорбируются, и этот(эти) компонент или, соответственно, компоненты высвобождаются из адсорбента. Точная настройка момента переключения обычно зависит от желательной чистоты газа или, соответственно, компонента. Если действие происходит по меньшей мере при одном давлении ниже атмосферного давления, то метод называется также вакуумной адсорбцией при переменном давлении (VPSA), причем в этом методе, как правило, дополнительно требуются один или многие вакуумные насосы. При этом входное давление технологического газа для PSA- и, соответственно, VPSA-устройства создается с помощью по меньшей мере одного нагнетательного устройства, в частности компрессора, присоединенного выше по потоку относительно PSA- и, соответственно, VPSA-устройства.

Конечно, соответствующее изобретению устройство обеспечивает то преимущество, что посредством регулирования количества в газоочистительном устройстве и/или устройстве для регулирования давления может быть достигнуто более высокое так называемое давление сырьевого газа для сжатия перед разделением газовых смесей. Тем самым существует возможность использовать PSA-устройство, благодаря чему могут быть сэкономлены затраты на VPSA-устройство и, соответственно, на вакуумные насосы.

Одно целесообразное усовершенствование соответствующего изобретению устройства отличается тем, что устройство для регулирования давления состоит по меньшей мере из одного управляемого редуccionного клапана, который установлен перед местом присоединения подводящего трубопровода для так называемого утилизируемого газа из установки для выплавки чугуна, например, такой как установка для восстановительной плавки, или между первой и второй ступенями компрессора. С помощью управляемого редуccionного клапана давление технологических газов, в частности, подводимого утилизируемого газа из установки для выплавки чугуна, может быть простым и экономичным путем отрегулировано на постоянный и желательный для устройства для разделения газовых смесей и, соответственно, удаления CO_2 уровень давления. При этом к утилизируемому газу из подводящего трубопровода целенаправленно подводится отходящий газ или, соответственно, рециркуляционный газ из трубопровода для рециркуляционного газа, который имеет несколько более высокое давление, чтобы достигнуть желательного уровня давления на входе нагнетательного устройства, размещенного выше по потоку относительно устройства для разделения газовых смесей.

В зависимости от выбранного уровня давления в устройстве для разделения газовых смесей и используемого в данном случае восстановительного реактора (например, шахтного восстановительного реактора с неподвижным слоем, реакторной системы с псевдоожиженным слоем и т.д.), устройство для регулирования давления также может быть предпочтительно выполнено в виде турбодетандера, который установлен перед местом присоединения подводящего трубопровода для утилизируемого газа. При этом с помощью турбодетандера может быть не только отрегулировано давление, но также может быть одновременно произведена электрическая энергия или, соответственно, компенсирована по меньшей мере часть механической энергии для сопряженного с устройством для разделения газовых смесей нагнетательного устройства (например,

компрессора), например, посредством механического соединения. Этим путем может быть дополнительно сокращено потребление электроэнергии установкой для получения металлов прямым восстановлением руд и, соответственно, железа.

Краткое описание чертежа

5 Далее изобретение будет разъяснено в порядке примера с помощью сопроводительной Фигуры. Фигура 1 в качестве примера и схематически показывает конструкцию соответствующего изобретению устройства для регулирования технологических газов в установке для получения металлов прямым восстановлением, в частности, железа.

Варианты осуществления изобретения

10 В Фигуре 1 схематически и в качестве примера представлена конструкция так называемой комбинированной установки для получения металлов прямым восстановлением руд, в частности, железа, которая включает соответствующее изобретению устройство. В комбинированной установке утилизируемый газ 7 из установки 1 для выплавки чугуна, в частности, установки для восстановительной плавки, 15 обычно используется в качестве восстановительного газа 9 для восстановления металлических руд, железной руды и т.д., в установке для получения металлов прямым восстановлением руд, железа и т.д.

Установка 1 для выплавки чугуна, например, такая, как представленная в Фигуре 1 установка 1 для восстановительной плавки на основе так называемого COREX®- 20 процесса, включает по меньшей мере один шахтный восстановительный реактор 3, в котором носитель металлической руды, в частности, железной руды (кусковой руды, окатышей, агломерата), восстанавливается восстановительным газом 5 из установки 1 для восстановительной плавки. Восстановительный газ 5 из установки 1 для восстановительной плавки при этом получается в плавильном газификаторе 4 в 25 результате газификации угля из бункера 2 с углем и рудной мелочью (и, при необходимости, с небольшим содержанием кокса) действием кислорода (90% или более).

Восстановительный газ 5 из плавильного газификатора 4 частично вводится в нижнюю часть восстановительного реактора 3 и опять выводится наверху в виде так называемого колошникового газа 6. Колошниковый газ 6 затем освобождается от 30 грубой пыли в пылеуловителе или циклоне, охлаждается в охлаждающем устройстве и очищается в газоочистительном устройстве или газопромывателе. В трубопровод 6 для колошникового газа из установки для восстановительной плавки также впадает трубопровод, который отводит часть восстановительного газа 5 (так называемого избыточного газа). Восстановительный газ 5 также охлаждается и очищается в 35 газопромывателе. Колошниковый газ 6 и подводимый восстановительный газ 5 затем выводятся в качестве так называемого утилизируемого газа 7 установки 1 для восстановительной плавки или, соответственно, COREX®-установки, и через подводящий трубопровод 16 подается в установку 8 для получения металлов прямым восстановлением руд.

40 Наряду с COREX®-процессом, в котором в ходе двухстадийного способа восстановительной плавки (= комбинации процесса прямого восстановления (предварительного восстановления, например, железной руды до губчатого железа) с плавильным процессом (основным восстановлением)) вводится металлическая руда (например, железная руда) в кусковой форме, например, такой как кусковая руда, 45 окатыши и т.д., утилизируемый газ 7 также может быть выведен из установки 1 для восстановительной плавки на основе FINEX®-процесса или из установки для газификации угля. В FINEX®-процессе металлическая руда или, соответственно, железная руда вводится в форме рудной мелочи, и предварительное восстановление производится,

например, в реакторной системе с псевдоожиженным слоем.

Утилизируемый газ 7 поступает в качестве технологического газа через подводящий трубопровод 16 в установку 8 для получения металлов прямым восстановлением руд или, соответственно, в DR-установку 8 (прямого восстановления). При этом подводящий
 5 трубопровод 16 впадает в перепускной трубопровод 14, в котором так называемый отходящий газ или рециркуляционный газ 11 из DR-установки 8 подготавливается и опять возвращается в процесс восстановления.

Утилизируемый газ 7 и рециркуляционный газ 11 вводятся в нагнетательное устройство 17, например компрессор. При этом следует отметить, что между
 10 утилизируемым газом 7 и рециркуляционным газом 11 имеется разность давлений. Утилизируемый газ при этом имеет, например, давление от 1 до 2 бар (0,1-0,2 МПа) избыточного давления. Рециркуляционный газ 11 имеет, например, давление около 2,5 бар (0,25 МПа) избыточного давления. К тому же варьирует также количество подводимого утилизируемого газа 7 (например, на 10%). Чтобы выдерживать
 15 постоянным давление на входе компрессора 17 и тем самым также в присоединенном ниже по потоку устройстве 18 для разделения газовых смесей, для которого требуется постоянное давление, например, 6 бар (0,6 МПа) избыточного давления, перед местом присоединения подводящего трубопровода 16 к перепускному трубопроводу 14 предусмотрено устройство 15 для регулирования давления. В качестве устройства 15
 20 для регулирования давления может быть предусмотрен, например, управляемый редуцирующий клапан 15. Ненужный для регулирования давления и количественного выравнивания рециркуляционный газ 11 может быть, например, выведен через выпускной трубопровод 19 в качестве так называемого утилизируемого газа DR-установки 8. Этот выпускной трубопровод 19 также имеет вентиль для контроля
 25 давления.

После компрессора 17 технологический газ 7 поступает в устройство 18 для разделения газовых смесей, чтобы удалить CO_2 . Это устройство 18, например, при достаточно высоком уровне давления может быть конфигурировано как устройство
 18 для адсорбции при переменном давлении (Адсорбция при переменном давлении (PSA)). Если, например, с учетом используемого восстановительного реактора 10
 30 выбирается более низкое давление в устройстве 18 для разделения газовых смесей, то также может быть применено устройство 18 для так называемой вакуумной адсорбции при переменном давлении (VPSA). Затем очищенный от CO_2 технологический газ
 35 нагревается в нагревательном устройстве 20 для процесса восстановления и в качестве восстановительного газа 9 направляется в восстановительный реактор 10. Часть технологического газа используется термически в печи для нагревания восстановительного газа, чтобы нагревать в значительной мере очищенный от CO_2
 40 технологический газ, и в качестве отходящего газа выдувается наружу через устройство 21 для утилизации отходящего газа.

К восстановительному газу 9 также может быть примешан еще и кислород O_2 с целью частичного сгорания и связанного с этим повышения температуры. Затем восстановительный газ 9 вводится в восстановительный реактор 10, в котором находится поступающий через устройство для введения материала восстанавливаемый материал,
 45 например металлическая руда, железная руда и т.д., чтобы восстанавливать этот материал в режиме противотока. В качестве восстановительного реактора 10, в зависимости от имеющегося восстанавливаемого материала (руды в кусковой форме, окатышей, рудной мелочи и т.д.), могут быть применены шахтный восстановительный

реактор с неподвижным слоем, шахтный восстановительный MIDREX®-реактор, или реакторная система с псевдоожиженным слоем.

Затем восстановительный газ 9 выводится из верхней части восстановительного реактора 10 как отходящий газ, колошниковый газ или рециркуляционный газ 11 и
 5 охлаждается в охлаждающем устройстве 12. Для очистки рециркуляционного газа 11 предусмотрено газоочистительное устройство 13, смонтированное ниже по потоку относительно восстановительного реактора 10. Газоочистительное устройство 13 имеет устройство для регулирования величины расхода потока, например, такое как проходной клапан или, соответственно, кольцевой скруббер и т.д. С помощью этого клапана в
 10 газоочистительном устройстве 13 тогда устанавливается то количество технологических газов 7, 11, которое необходимо или, соответственно, желательно для регулирования величины расхода потока или, соответственно, количества для восстановительного реактора 10. Очищенный рециркуляционный газ 11 затем через перепускной трубопровод 14 и через устройство 15 для регулирования давления опять направляется в процесс
 15 восстановления.

В зависимости от выбранного уровня давления в устройстве 18 для разделения газовых смесей и, соответственно, для удаления CO₂, и в восстановительном реакторе 10 вместо управляемого редукционного клапана 15 также возможно применение турбодетандера в качестве устройства 15 для регулирования давления в перепускном
 20 трубопроводе 14. При этом с помощью турбодетандера одновременно регулируется давление и, например, производится электрическая энергия, которая может быть использована в DR-установке 8, например, для компрессора 17. Дополнительно, при более высоком выбранном давлении (например, от 3 до 6 бар (0,3-0,6 МПа) для восстановительного реактора 10 он, к примеру, может иметь меньшие габаритные
 25 размеры, и, например, выбираются меньшими габаритные размеры также устройства 18 для разделения газовых смесей, поскольку гидравлическое ограничение, в значительной мере представляющее собой обычно рабочий объемный расход потока, имеет решающее значение для пределов пропускной способности.

Список условных обозначений

- 30 1 Установка для выплавки чугуна, в частности, установка для восстановительной плавки
- 2 Бункер для угля и рудной мелочи
- 3 Шахтный восстановительный реактор
- 4 Плавильный газификатор
- 35 5 Восстановительный газ установки для восстановительной плавки
- 6 Колошниковый газ установки для восстановительной плавки
- 7 Утилизируемый газ установки для восстановительной плавки
- 8 Установка для получения металлов прямым восстановлением руд и, соответственно, железа (DR-установка)
- 40 9 Восстановительный газ
- 10 Восстановительный реактор с подачей материала
- 11 Отходящий газ, колошниковый газ или рециркуляционный газ
- 12 Охлаждающее устройство
- 13 Газоочистительное устройство с регулятором количества (например, кольцевым
 45 скруббером)
- 14 Перепускной трубопровод
- 15 Устройство для регулирования давления
- 16 Подводящий трубопровод для утилизируемого газа установки для

восстановительной плавки

17 Нагнетательное устройство (например, компрессор)

18 Устройство для разделения газовых смесей - удаления CO_2

19 Выпускной трубопровод для утилизируемого газа из DR-установки

5 20 Нагревательное устройство для восстановительного газа (например, печь для нагревания восстановительного газа)

21 Устройство для утилизации отходящего газа

Формула изобретения

10 1. Устройство для регулирования технологических газов в установке (8) для получения металлов прямым восстановлением руд по меньшей мере с одним восстановительным реактором (10), смонтированным выше по потоку относительно восстановительного реактора (10) устройством (18) для разделения газовых смесей с сопряженным нагнетательным устройством (17), и установленным ниже по потоку относительно
15 восстановительного реактора (10) газоочистительным устройством (13), причем по меньшей мере часть технологических газов (7) подается через подводящий трубопровод (16) из установки (1) для выплавки чугуна, в частности, установки для восстановительной плавки, отличающееся тем, что газоочистительное устройство (13) конфигурировано для регулирования количества технологических газов (11) и что устройство имеет
20 устройство (15) для регулирования давления, которое таким образом размещено перед местом присоединения подводящего трубопровода (16) к перепускному трубопроводу (14) для технологических газов (11), в частности, так называемого отходящего газа (11), что уровень давления поддерживается постоянным в устройстве (18) для разделения газовых смесей с сопряженным нагнетательным устройством (17).

25 2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что регулирование количества технологических газов (11) газоочистительным устройством (13) выполняется таким образом, что устанавливается и поддерживается постоянным подаваемое в восстановительный реактор (10) количество технологических газов (7, 9, 11).

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что дополнительно для регулирования
30 давления перед устройством (15) для регулирования давления предусмотрен выпускной трубопровод (19), через который могут выводиться избыточные количества технологических газов (11).

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что выпускной трубопровод (19) для избыточных количеств технологических газов (11) имеет регулировочный вентиль.

35 5. Устройство по любому из пп. 1-3, отличающееся тем, что устройство (18) для разделения газовых смесей выполнено как устройство для адсорбции при переменном давлении или как устройство для вакуумной адсорбции при переменном давлении.

6. Устройство по любому из пп. 1-3, отличающееся тем, что устройство (15) для регулирования давления состоит по меньшей мере из одного управляемого
40 редукционного клапана, который установлен перед местом присоединения подводящего трубопровода (16).

7. Устройство по любому из пп. 1-3, отличающееся тем, что устройство (15) для регулирования давления выполнено в виде турбодетандера, который установлен перед местом присоединения подводящего трубопровода (16).

45 8. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что устройство (18) для разделения газовых смесей выполнено как устройство для адсорбции при переменном давлении или как устройство для вакуумной адсорбции при переменном давлении.

9. Устройство по п. 4 или 8, отличающееся тем, что устройство (15) для регулирования

давления состоит по меньшей мере из одного управляемого редукционного клапана, который установлен перед местом присоединения подводящего трубопровода (16).

10. Устройство по п. 4 или 8, отличающееся тем, что устройство (15) для регулирования давления выполнено в виде турбодетандера, который установлен перед
5 местом присоединения подводящего трубопровода (16).

10

15

20

25

30

35

40

45

ФИГ.1

