



(51) МПК
F27D 3/18 (2006.01)
C21B 11/00 (2006.01)
C21B 13/00 (2006.01)
F27B 15/08 (2006.01)
F27B 15/14 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014150852, 04.04.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 04.04.2013

Дата регистрации:
 05.09.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 16.05.2012 EP 12168157.1

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2016 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 05.09.2017 Бюл. № 25

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: 16.12.2014

(86) Заявка РСТ:
 EP 2013/057121 (04.04.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2013/171001 (21.11.2013)

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

(72) Автор(ы):

ХАУЦЕНБЕРГЕР, Франц (АТ),
 МИЛЛЬНЕР, Роберт (АТ),
 ПЛАУЛЬ, Ян-Фридеманн (АТ),
 РАЙН, Норберт (АТ)

(73) Патентообладатель(и):

ПРАЙМЕТАЛЗ ТЕКНОЛОДЖИЗ
 АУСТРИА ГМБХ (АТ)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: DE 1086256 B, 04.08.1960. WO 2011/
 048263 A1, 28.04.2011. RU 2192475 C2,
 10.11.2002. US 4665842 A, 19.05.1987. US
 2688478 A1, 07.09.1954.

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВВОДА ТОНКОДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА В ПСЕВДООЖИЖЕННЫЙ СЛОЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу для ввода тонкодисперсного материала (4), включающего частицы, содержащие оксид железа, в восстановительный агрегат (1) с псевдоожигенным слоем (24), а также к способу производства жидкого чугуна или жидких стальных полуфабрикатов. Температура в псевдоожигенном слое (24) составляет больше 300°C и меньше 900°C. Ввод тонкодисперсного материала (4) осуществляют с помощью горелки (2) непосредственно в псевдоожигенный слой (24) и/или в свободное пространство (25) над псевдоожигенным слоем (24). При этом обеспечивается оплавление поверхности частиц

тонкодисперсного материала (4) и образование агломератов, которые удерживают во взвешенном состоянии посредством протекающего снизу вверх восстановительного газа. Содержащиеся в агломератах частицы, содержащие оксид железа, восстанавливаются и выводятся из восстановительного агрегата (1). Изобретение позволяет использовать тонкодисперсный материал, включающий большое количество железосодержащих частиц, без предварительной обработки непосредственно в процессе производства чугуна и/или процессе прямого восстановления без отрицательного воздействия на процесс производства чугуна. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F27D 3/18 (2006.01)
C21B 11/00 (2006.01)
C21B 13/00 (2006.01)
F27B 15/08 (2006.01)
F27B 15/14 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2014150852, 04.04.2013**

(24) Effective date for property rights:
04.04.2013

Registration date:
05.09.2017

Priority:

(30) Convention priority:
16.05.2012 EP 12168157.1

(43) Application published: **10.07.2016** Bull. № 19

(45) Date of publication: **05.09.2017** Bull. № 25

(85) Commencement of national phase: **16.12.2014**

(86) PCT application:
EP 2013/057121 (04.04.2013)

(87) PCT publication:
WO 2013/171001 (21.11.2013)

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

(72) Inventor(s):

**KHAUTSENBERGER, Frants (AT),
MILLNER, Robert (AT),
PLAUL, Yan-Fridemann (AT),
RAJN, Norbert (AT)**

(73) Proprietor(s):

**PRAJMETALZ TEKNOLODZHIZ AUSTRIA
GMBKH (AT)**

(54) **METHOD AND DEVICE FOR INTRODUCING A FINE-DISPERSED MATERIAL IN A FLUIDIZED LAYER OF A RESTORABLE UNIT WITH A FLUIDIZED LAYER**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: fluidized layer temperature (24) is greater than 300°C and less than 900°C. The introduction of the fine material (4) is carried out by the burner (2) directly into the fluidized layer (24) and/or into the free space (25) above the fluidized layer (24). At the same time, the surface of the fine particles (4) is fused and agglomerates are formed which are kept in suspension by the upwardly flowing reducing gas. The particles contained in the agglomerates containing iron

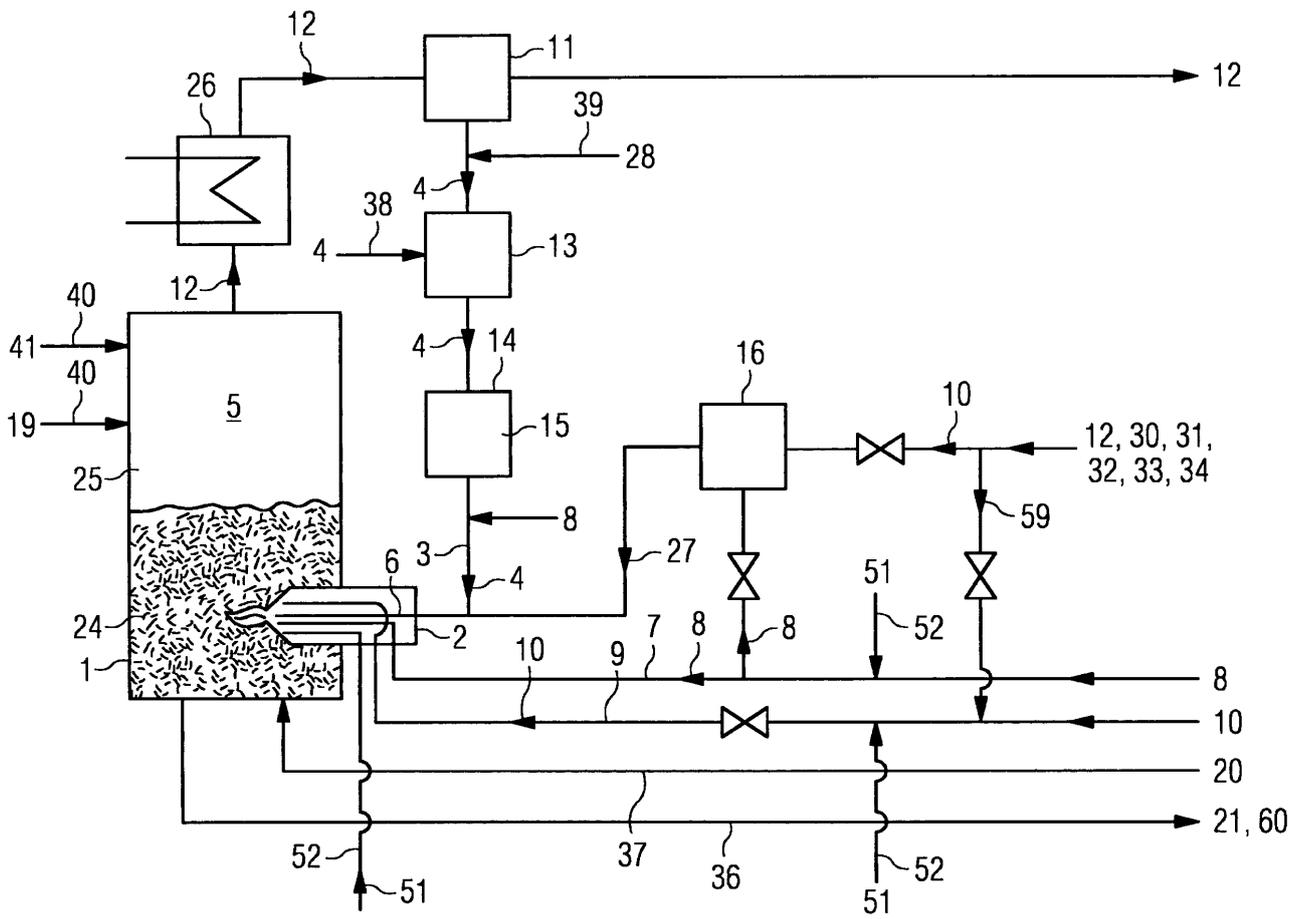
oxide are reduced and removed from the reducing unit (1).

EFFECT: invention allows the use of a finely dispersed material comprising a large number of iron-containing particles, without being pretreated directly in the cast iron production process and/or direct reduction process without adversely affecting the cast iron production process.

15 cl, 3 dwg

C 2
6
2 6 3 0 1 3 6
R U

R U
2 6 3 0 1 3 6
C 2



ФИГ. 1

Область техники

Изобретение относится к способу для ввода тонкодисперсного материала, включающего в себя частицы, содержащие оксид железа, в восстановительный агрегат с вихревым (псевдооживленным) слоем посредством горелки, причем, при необходимости, частичное количество тонкодисперсного материала получают из пылеулавливающих установок. Кроме того, изобретение относится к применению соответствующего изобретению способа для производства жидкого чугуна или жидких стальных полуфабрикатов посредством процесса восстановительной плавки в агрегате восстановительной плавки.

Уровень техники

В процессе производства чугуна возникают различные технологические газы, например, отходящий газ из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем или восстановительного агрегата со стационарным слоем, которые перед дальнейшим использованием или перед их выпуском в окружающую среду должны быть в значительной степени освобождены от совместно переносимых твердых частиц. Это осуществляется в пылеулавливающих установках, в частности в установках сухого пылеулавливания, причем отделяемые при пылеулавливании твердые частицы часто содержат железо или соединения железа, которые по экономическим причинам и по экологическим причинам вновь подают в процесс производства чугуна.

Например, в процессе производства чугуна посредством FINEX®-способа при сухом пылеулавливании FINEX®-отходящего газа посредством рукавных фильтров или фильтров горячего газа ежечасно возникает масса пыли, которая соответствует примерно 2% массы часовой загрузки рудной мелочи. Доля железа, содержащегося в этой возникающей массе пыли, и/или соединений железа, содержащихся в этой возникающей массе пыли, составляет примерно 65%. Доля углерода, содержащегося в этой возникающей массе пыли, и/или углеродных соединений, содержащихся в этой возникающей массе пыли, составляет около 6%.

Непосредственный возврат этих частично предварительно восстановленных твердых частиц в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем, при котором твердые частицы без предварительной агломерации в агломераты возвращаются в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем, является проблематичным из-за того, что размер зерна твердых частиц слишком мал - типичный гранулометрический состав D_{50} таких твердых частиц составляет от 6 мкм до 9 мкм, - следствием чего был бы немедленный вынос введенных твердых частиц из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. По этой причине, согласно уровню техники, твердые частицы перед вводом в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем обычно прессуют до более крупных блоков, в частности агломерируют. Эта агломерация осуществляется посредством собственных агломерационных установок. Твердые частицы вводятся в агломерационную установку и там агломерируются в агломераты. Затем эти агломераты вводятся с помощью соответствующих загрузочных устройств в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем. При этом недостатком является то, что требуются собственные агломерационные установки, которые требуют значительной площади для размещения и работа которых вызывает дополнительные расходы.

В DE 1154817 описан способ восстановления железной руды путем введения тонко измельченной железной руды, флюса, топлива, кислорода и/или воздуха через горелку в реакционную камеру, причем реакционная камера выполнена в виде плавильной печи. При этом тонко измельченная железная руда прямо посредством размещенной в зоне свода реакционной камеры и направленной своей осью перпендикулярно поверхности

имеющейся в реакционной камере ванны расплава из жидкого железа и жидкого шлака направляется на эту поверхность.

5 Подобно тому, как в DE 1154817, US 2688478 раскрывает восстановительную или плавильную печь для восстановления и для плавки железной руды, а также для производства газа и энергии. При этом посредством впускных отверстий, размещенных на нижней стороне плавильной печи и прямо над ванной расплава и ориентированных своими продольными осями в направлении поверхности ванны расплава и выступающих в плавильную печь, рудная мелочь и, при необходимости, добавки вдуваются с помощью кислородсодержащего газа в плавильную печь, причем вводимый материал вдувается
10 непосредственно на поверхность ванны расплава и на ней расплавляется.

Так же, как US 2688478, GB 882909 раскрывает плавильную печь и способ плавки железной руды, причем посредством размещенной на верхней стороне плавильной печи форсунки рудная мелочь с добавлением кислорода и топлива вводятся в плавильную печь, и продукты сгорания возникают и расплавляются непосредственно на поверхности
15 присутствующей в плавильной печи ванны расплава или ванны шлака.

В WO 9815661 описан способ и устройство для производства жидкого чугуна, в котором тонкодисперсные носители оксида железа с помощью пылеугольной горелки вводятся в зону газификации расплава плавильного газификатора. При этом тонкодисперсные носители оксида железа перед вводом в плавильный газификатор
20 восстанавливаются с помощью соотнесенного с устройством оборудования для восстановления носителей оксида железа.

Недостатком здесь являются требуемые дополнительные затраты на оборудование для восстановления носителей оксида железа.

В WO 02088401 представлен способ производства чугуна в рамках COREX®-способа, причем отбираемый от плавильного газификатора экспортный (выводимый) газ освобождается от пыли, и пыль с помощью пылеугольной горелки вместе с кислородсодержащим газом и углеродсодержащим материалом вводится снова в плавильный газификатор.

WO 9802586 раскрывает способ и устройство для производства жидкого чугуна, причем посредством размещенных в зоне свода или на высоте псевдоожиженного слоя плавильного газификатора горелок тонкодисперсная и восстановленная железная руда или пыль вводятся в плавильный газификатор.

В WO 9748825 описано устройство для производства металлического расплава посредством плавильного газификатора, в котором частично восстановленные и содержащие мелкую фракцию носители металла вводятся в плавильный газификатор, причем они сначала попадают на обогреваемое горелкой улавливающее устройство, которое расположено по центру зоны свода плавильного газификатора, на нем частично расплавляются, а затем под действием гравитации поступают в зону плавления-газификации плавильного газификатора и там расплавляются.

40 В DE 1086256 описано устройство для получения железа из пылевидных или мелкозернистых железных руд с помощью топлива. Через впускные форсунки предварительно восстановленная руда и высокодисперсная пыль из электрического газоочистного устройства вводится с топливом и горючей средой в камеру плавления. В пространстве перед распылительными форсунками введенные компоненты реагируют друг с другом, за счет чего образуются жидкое железо и жидкие шлаки, которые большей частью в капельной форме падают вниз на слой кокса.

В вышеуказанных способах, известных из уровня техники, тонкодисперсный материал вводится либо в агрегат восстановительной плавки и там расплавляется, либо после

агломерации в устройстве агломерации вводится в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем. Существенный недостаток первого способа заключается в том, что повторный ввод тонкодисперсного материала в процесс производства чугуна осуществляется путем ввода тонкодисперсного материала в агрегат восстановительной плавки. Тонкодисперсный материал в агрегате восстановительной плавки должен еще восстанавливаться или окончательно восстанавливаться. Однако из-за этого процесс плавки или процесс газификации в зоне плавления-газификации агрегата восстановительной плавки испытывает негативное воздействие. Поэтому возвращение такого тонкодисперсного материала в процесс производства чугуна посредством введения тонкодисперсного материала в агрегат восстановительной плавки количественно ограничено. Таким образом, в этом известном из уровня техники способе нельзя любое количество такого тонкодисперсного материала возвращать или использовать в процессе производства чугуна. Второй способ имеет тот недостаток, что требуется собственное агломерационное оборудование. Оно требует много места для размещения, а также вызывает высокие дополнительные расходы.

Сущность изобретения

Техническая задача

Задачей настоящего изобретения является создание способа и устройства, в которых тонкодисперсный материал, включающий в себя большое количество железосодержащих частиц, просто и без предварительной обработки может использоваться непосредственно в процессе производства чугуна и/или процессе прямого восстановления без отрицательного воздействия на процесс производства чугуна.

Техническое решение

Эта задача в соответствии с изобретением решается способом для введения тонкодисперсного материала, включающего в себя железосодержащие частицы, в восстановительный агрегат, причем восстановительный агрегат является восстановительным агрегатом с псевдооживленным слоем, в котором температура в псевдооживленном слое больше, чем 300°C , предпочтительно больше, чем 400°C , особенно предпочтительно больше, чем 500°C , и меньше, чем 900°C , предпочтительно меньше, чем 850°C , особенно предпочтительно меньше, чем 800°C , в котором введение тонкодисперсного материала осуществляется с помощью горелки непосредственно в псевдооживленный слой и/или в свободное пространство над псевдооживленным слоем, и в котором тонкодисперсный материал во время ввода агломерируется с образованием агломератов, после чего агломераты удерживаются в псевдооживленном слое восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем до тех пор, пока они снова не выводятся из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем.

Тонкодисперсный материал имеет гранулометрический состав D_{50} , при котором ввод, например, вдувание тонкодисперсного материала в псевдооживленный слой восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем связано с большими трудностями, в частности, из-за выноса введенного материала из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем восстановительным газом, пересекающим восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем в противотоке. Тонкодисперсный материал предпочтительно имеет гранулометрический состав D_{50} меньше чем 50 мкм. Предпочтительно, гранулометрический состав D_{50} тонкодисперсного материала находится в пределах от 2 мкм до 10 мкм. Гранулометрическим составом или распределением частиц по величине D_{50} определяется медиана поперечника всех содержащихся в тонкодисперсном материале частиц. Например, $D_{50}=5$ мкм означает,

что одна половина частиц тонкодисперсного материала имеет поперечник меньше чем 5 мкм, а другая половина частиц тонкодисперсного материала имеет поперечник больше чем 5 мкм. В соответствии с изобретением тонкодисперсный материал включает в себя железосодержащие частицы. «Включать в себя» следует понимать в том смысле, что тонкодисперсный материал в любом случае содержит железосодержащие частицы, но может содержать дополнительные другие вещества. Железосодержащие частицы тонкодисперсного материала могут состоять из элемента железа, или частицы состоит из железосодержащих соединений, таких как оксиды железа, железные руды или рудная мелочь. Кроме того, термин "железосодержащие частицы" включает также смесь из частиц, которые состоят из железа, и частиц, которые состоят из железосодержащих соединений.

Тонкодисперсный материал в соответствии с изобретением вводится в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем. Введенные в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем железосодержащие частицы, если эти частицы содержат оксидные составляющие, предпочтительно с помощью содержащего водород и/или окись углерода восстановительного газа, восстанавливаются или частично восстанавливаются до полуфабрикатов железа или продуктов железа. Частичное восстановление означает, что по меньшей мере некоторые частицы с оксидными составляющими после их восстановления содержат по меньшей мере на один атом кислорода меньше.

Введение тонкодисперсного материала с помощью горелки в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем выполняется таким образом, что тонкодисперсный материал вводится с помощью горелки в псевдооживленный слой и/или в свободное пространство над псевдооживленным слоем восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. Тонкодисперсный материал, в случае необходимости, с помощью нескольких распределенных по боковой поверхности восстановительного агрегата горелок, может быть введен в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем, причем тонкодисперсный материал, посредством исходящего от горелки пламени подается или вдувается в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем, и/или тонкодисперсный материал во время ввода в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем с помощью горелок приводится в контакт с по меньшей мере частью исходящего от горелки пламени или вступает с ним во взаимодействие. При наличии нескольких горелок осуществляется разделение вводимого посредством определенной горелки количества тонкодисперсного материала произвольным образом и может целенаправленно и в любое время согласовываться с соответствующими требованиями процесса в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем.

Под псевдооживленным слоем понимается засыпка тонкодисперсного материала, который посредством направленного вверх потока текучей среды (флюида), предпочтительно посредством направленного вверх потока восстановительного газа, переводится во флюидизированное (псевдооживленное) состояние. Засыпка имеет флюидоподобные свойства, например свойства воды. При этом проводится различие между однородными псевдооживленными слоями с пространственно равномерным распределением имеющегося в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем тонкодисперсного материала и неоднородными псевдооживленными слоями с пространственно неравномерным распределением имеющегося в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем тонкодисперсного материала. Дополнительно, известны стационарные или образующие пузырьки псевдооживленные слои, при которых засыпка имеет четкую границу, из которых выносятся только очень мало

тонкодисперсного материала. В качестве циркулирующих псевдооживленных слоев обозначаются псевдооживленные слои, при которых засыпка не имеет четкой верхней границы, то есть тонкодисперсный материал выносится в значительной степени из псевдооживленного слоя (засыпки). Образующие пузырьки псевдооживленные слои имеют объемную долю примерно 20%-40% тонкодисперсного материала. Над так называемой "плотной" зоной псевдооживленного слоя, которая является зоной в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем с объемной долей тонкодисперсного материала более 5%, находится свободное пространство над псевдооживленным слоем с объемной долей тонкодисперсного материала менее 5%. В соответствии с изобретением тонкодисперсный материал вводится непосредственно в псевдооживленный слой и/или в свободное пространство над псевдооживленным слоем восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем.

В соответствии с изобретением тонкодисперсный материал во время ввода агломерируется с образованием агломератов, после чего агломераты удерживаются в псевдооживленном слое восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем до тех пор, пока они вновь не будут вынесены из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем.

Посредством исходящего от горелки пламени или посредством тепловой энергии, передаваемой от пламени к железосодержащим частицам, и/или состава газа, присутствующего в зоне пламени, который отличается от состава газа, присутствующего вне зоны пламени, тонкодисперсный материал плавится только на поверхности. За счет этого отдельные компоненты тонкодисперсного материала сплавляются в более или менее крупные агломераты. Эти агломераты поддерживаются во взвешенном состоянии посредством восстановительного газа, текущего снизу вверх через восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем. Размер образующихся агломератов зависит от температуры пламени. Температура пламени или температура «фокального пятна», то есть температура в непосредственной близости от пламени, регулируется таким образом, что агломераты не уносятся восстановительным газом из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем и не опускаются вниз на дно восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. Скорее агломераты выполняют в псевдооживленном слое или в свободном пространстве над псевдооживленным слоем случайное движение, вызванное потоком восстановительного газа, - они находятся во взвешенном состоянии в пределах псевдооживленного слоя.

Температура в псевдооживленном слое или в свободном пространстве над псевдооживленным слоем составляет больше чем 300°C, предпочтительно больше чем 400°C, особенно предпочтительно больше чем 500°C, и меньше чем 900°C, предпочтительно меньше чем 850°C, особенно предпочтительно меньше чем 800°C. Эта температура лежит ниже температуры плавления тонкодисперсного материала. Агломераты не расплавляются в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем. Поэтому агломераты также как таковые снова выводятся из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем.

Введение тонкодисперсного материала в форме агломератов в псевдооживленный слой восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем имеет следствием увеличение гранулометрического состава (например, D_{50}) введенного тонкодисперсного материала, с чем непосредственно связано снижение уносимой восстановительным газом доли тонкодисперсного материала или доли железосодержащих частиц - ценных веществ - из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. Тем самым в рамках процесса производства чугуна, например, FINEX®-способа, потери ценных

веществ, вызванные уносом ценного материала, в частности железосодержащих частиц, минимизируются. Дополнительно, повышается стабильность и мощность, которая соответствует массе прессуемых блоков в единицу времени, подключенного, при необходимости, к восстановительному агрегату с псевдооживленным слоем устройства
5 прессования для прессования изготавливаемых в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем полуфабрикатов железа или продуктов железа. Дополнительно, необходимое в случае без применения соответствующего изобретению способа устройство агломерации для агломерации железосодержащих частиц перед введением в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем становится излишним.

10 В случае распределенной системы, в которой несколько восстановительных агрегатов с псевдооживленным слоем соединены в каскад, количества вводимого тонкодисперсного материала могут подразделяться произвольным образом на различные восстановительные агрегаты с псевдооживленным слоем.

За счет этого обеспечивается преимущество, состоящее в том, что в рамках процесса
15 производства чугуна и/или процесса прямого восстановления большие количества этого тонкодисперсного материала напрямую, без предварительной обработки, такой как агломерация с образованием агломератов в отдельном агломераторе, могут вводиться в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем или - в случае системы с несколькими восстановительными агрегатами с псевдооживленным слоем -
20 в соответствующие восстановительные агрегаты с псевдооживленным слоем. В частности, этот способ подходит для того, чтобы очень большие количества не восстановленного или не восстановленного полностью тонкодисперсного материала возвращать в процесс производства чугуна, не оказывая при этом негативного влияния на качество процесса производства чугуна, как в уровне техники. В уровне техники, тонкодисперсный
25 материал обычно вводится в агрегат восстановительной плавки. За счет этого, однако, процесс плавления или газификации в зоне плавления-газификации агрегата восстановительной плавки испытывает негативное влияние.

Одна форма выполнения изобретения характеризуется тем, что по меньшей мере
30 частичное количество тонкодисперсного материала поступает из пылеулавливающего устройства, в частности, устройства сухого пылеулавливания агрегата восстановительной плавки и/или установки прямого восстановления.

Под установкой прямого восстановления понимается система, содержащая по
35 меньшей мере один восстановительный агрегат, которая пригодна для того, чтобы восстанавливать материал, содержащий оксид железа. Под агрегатом восстановительной плавки понимается агрегат или система, которая выполнена таким образом, что она может восстанавливать и плавить материал, содержащий оксид железа, например, доменная печь или FINEX®-установка.

Посредством этой формы выполнения отделенный с помощью пылеулавливающих
40 устройств тонкодисперсный материал может быть возвращен в процесс производства чугуна. В частности, понятие «пылеулавливающее устройство» включает в себя устройства сухого пылеулавливания для очистки отводимого из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем отходящего газа и/или продувочного газа из устройства прессования, например, для НСИ (железо горячего прессования) и/или пылеулавливающие устройства литейного цеха. Если речь идет об устройствах мокрого
45 пылеулавливания или скрубберах, то возможно возвращение отделенных при мокром пылеулавливании шламов и пыли, при необходимости после сушки отделенных шлама и пыли, в качестве тонкодисперсного материала в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем.

Еще одна форма выполнения изобретения характеризуется тем, что по меньшей мере при частичном количестве тонкодисперсного материала, включающего в себя железосодержащие частицы, во время ввода посредством горелки протекает по меньшей мере одна реакция из группы, состоящей из реакций

- 5 а. окисления железосодержащих частиц,
- б. восстановления железосодержащих частиц,
- с. увеличения пористости железосодержащих частиц,
- д. сушки тонкодисперсного материала.

Если железосодержащие частицы имеют, например, составляющие магнетита, то при наличии состава газа, окисляющего магнетит, в зоне пламени составляющие магнетита по меньшей мере частично окисляются до гематитовых составляющих. Чаще всего в восстановительном агрегате с псевдоожиженным слоем гематитовые составляющие восстанавливаются лучше, чем составляющие магнетита.

Если железосодержащие частицы, подлежащие вводу в восстановительный агрегат с псевдоожиженным слоем, или тонкодисперсный материал имеют влажность, недопустимо высокую для восстановления в псевдоожиженном слое, то она снижается во время ввода. То есть, во время ввода железосодержащих частиц или тонкодисперсного материала осуществляется сушка тонкодисперсного материала.

Еще одно преимущество обеспечивается тем, что во время ввода железосодержащих частиц увеличивается пористость железосодержащих частиц - это приводит к ускорению процесса восстановления в восстановительном агрегате с псевдоожиженным слоем.

Еще одна форма выполнения изобретения характеризуется тем, что тонкодисперсный материал транспортируется пневматически с помощью транспортирующего газа к горелке.

Тонкодисперсный материал перемещается вместе с транспортирующим газом или приводится в движение или вдувается с помощью транспортирующего газа к горелке. Преимущество, обеспечиваемое пневматической транспортировкой тонкодисперсного материала, состоит в том, что устройства, несущие тонкодисперсный материал, такие как конвейерные ленты, не нужны, и необходимы только устройства, по меньшей мере частично окружающие тонкодисперсный материал, такие как трубопроводы. Это сводит к минимуму или предотвращает потери тонкодисперсного материала, которые могут возникнуть во время транспортировки.

Особенно предпочтительным является способ, когда железосодержащие частицы включают в себя по меньшей мере один элемент из группы, состоящей из частиц магнетита, пыли из пылеулавливающих устройств, в частности устройства сухого пылеулавливания, пыли отходящих газов из устройства сухого пылеулавливания, пыли из устройства прессования, в частности, из устройства горячего прессования (установки горячего прессования железа), из устройства брикетирования или из устройства горячего брикетирования и пыли металлургического производства, в частности пыли из системы пылеулавливания литейного цеха, рудной мелочи, предпочтительно рудной мелочи <200 мкм.

Отсюда следует преимущество, состоящее в том, что большая часть железосодержащих частиц, возникающих в устройствах сухого пылеулавливания или в рамках процесса производства чугуна, может быть возвращена обратно в процесс производства чугуна. Рудная мелочь состоит из мелких частиц железной руды. Доля 90%-95% мелких частиц железной руды имеет поперечник менее 200 мкм.

Вариант способа согласно изобретению характеризуется тем, что тонкодисперсный материал включает в себя углеродсодержащие материалы и/или транспортируется при

температуре предпочтительно больше чем 150°C к горелке.

Углеродсодержащие материалы окисляются частично или полностью в присутствии кислорода в среде углеродсодержащих материалов при введении тонкодисперсного материала в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем посредством
5 пламени, формируемого горелкой и исходящего из нее. При окислении тонкодисперсного материала возникает окись углерода и двуокись углерода. Окись углерода является газом, имеющим восстановительный потенциал, и поэтому способствует восстановлению материалов, содержащих оксид железа, находящихся в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем.

10 Тем самым обеспечивается преимущество, состоящее в том, что в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем должен подаваться в меньшем количестве или вообще не должен подаваться восстановительный газ, который получен из другого источника, например, из агрегата восстановительной плавки.

Если температура тонкодисперсного материала составляет больше чем 150°C, - так
15 называемый горячий тонкодисперсный материал - то транспортировка горячего тонкодисперсного материала осуществляется предпочтительно посредством устройства горячей транспортировки. Если тонкодисперсный материал перед его транспортировкой к горелке уже присутствует как горячий тонкодисперсный материал, то горячий тонкодисперсный материал можно транспортировать к горелке без предварительного
20 охлаждения в горячем состоянии. С этим связано преимущество повышения энергетической эффективности, так как сокращается тепловая энергия, которая должна подаваться в тонкодисперсный материал, например, в горелке или в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем для осуществления способа в соответствии с изобретением.

25 Одна форма выполнения способа в соответствии с изобретением характеризуется тем, что горелка работает с газообразным топливом и/или жидким топливом, и/или твердым топливом, и/или кислородсодержащим газом, причем при работе горелки с топливом, газообразное топливо и/или твердое топливо содержит по меньшей мере
30 один элемент из группы, состоящей из получаемого газа из устройства удаления CO₂, остаточного газа из устройства удаления CO₂, охлаждающего газа, выводимого газа, доменного газа, отходящего газа, коксового газа, природного газа, сжиженного под давлением газа, газа, полученного газификацией биомассы, углеродсодержащего и/или водородсодержащего газа и твердых углеродных носителей и/или твердых
35 углеводородных носителей.

Тем самым обеспечивается преимущество, состоящее в том, что возникающие в
рамках процесса производства чугуна технологические газы, которые, как правило, должны подвергаться дорогостоящей подготовке перед выпуском в окружающую
40 среду, в соответствии с изобретением могут использоваться в качестве топлива для горелки, и, таким образом, приводят к увеличению энергетической эффективности процесса производства чугуна. Если таких технологических газов не имеется, или они имеются в недостаточной степени, то к горелке могут подаваться все обычные газообразные и твердые топлива, а также кислородсодержащий газ.

Еще одна форма выполнения способа в соответствии с изобретением характеризуется тем, что газообразное топливо и/или твердое топливо после выхода из горелки по
45 меньшей мере частично окисляется с кислородсодержащим газом, и кислородсодержащий газ содержит по меньшей мере один элемент из группы, состоящей из воздуха, кислорода, азота и пара.

Топливо, подаваемое к горелке, сгорает при добавлении кислородсодержащего газа

с образованием тепловой энергии и пламени. При этом стехиометрическое соотношение между кислородсодержащим газом и топливом может быть выбрано таким образом, что имеется избыток кислорода, причем кислород кислородсодержащего газа не полностью расходуется при горении. Тем самым получают так называемое
5 "окислительное пламя", которое, если железосодержащие частицы имеют составляющие магнетита, по меньшей мере частично преобразует посредством окисления или окисляет составляющие магнетита во время введения в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем в гематитовые составляющие. Это имеет преимущество, состоящее в более эффективном процессе восстановления в восстановительном агрегате
10 с псевдооживленным слоем, так как гематит по сравнению с магнетитом легче восстанавливать.

С другой стороны, возможна работа горелки с "восстановительным пламенем", при этом кислородсодержащий газ добавляется суб-стехиометрически к топливу. Магнетит по меньшей мере частично восстанавливается посредством "восстановительного
15 пламени" во время введения в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем, что также может положительно влиять на последующий процесс восстановления в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем.

Особенно предпочтительная форма выполнения способа в соответствии с изобретением характеризуется тем, что во время работы горелки исключительно с
20 кислородсодержащим газом, кислородсодержащий газ с газовой атмосферой, включающей в себя водород и/или окись углерода, и/или метан, и/или углеводороды, преобразуется в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем.

При этом по меньшей мере частичное количество находящихся в непосредственной близости от пламени в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем
25 компонентов водорода и/или окиси углерода, и/или метана, и/или углеводорода газовой атмосферы восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем вместе с кислородом кислородсодержащего газа сгорает или окисляется. Это имеет преимущество, состоящее в том, что горелка может работать, в случае необходимости, без подводимого извне топлива. Углеводородами являются, например, этан или пропан или газовые смеси,
30 включающие в себя этан и пропан.

Если газовая атмосфера восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем включает в себя кислородсодержащий газ, то еще одна форма выполнения настоящего изобретения характеризуется тем, что подаваемое в горелку топливо сгорает или окисляется в присутствии кислорода, который содержится в газовой атмосфере
35 восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. При этом по меньшей мере частичное количество находящегося в непосредственной близости от пламени в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем кислорода газовой атмосферы восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем сгорает с топливом, подаваемым в горелку. Это имеет преимущество, состоящее в том, что горелка может
40 работать, в случае необходимости, даже без кислородсодержащего газа, подаваемого извне.

Одна форма выполнения способа, соответствующего изобретению, характеризуется тем, что твердое топливо транспортируется к горелке посредством транспортирующего газа, причем транспортирующий газ содержит по меньшей мере один элемент из группы,
45 состоящей из получаемого газа из устройства удаления CO_2 , остаточного газа из устройства удаления CO_2 , охлаждающего газа, выводимого газа, доменного газа, отходящего газа, коксового газа, природного газа, газа, полученного газификацией биомассы, углеродсодержащего и/или водородсодержащего газа, воздуха, кислорода,

азота и пара.

Еще одна форма выполнения способа в соответствии с изобретением характеризуется тем, что по меньшей мере частичное количество газообразного топлива и/или по меньшей мере частичное количество кислородсодержащего газа применяется в качестве
5 транспортирующего газа для пневматической транспортировки тонкодисперсного материала к горелке.

Еще одна форма выполнения способа в соответствии с изобретением характеризуется тем, что к горелке подается по меньшей мере одно твердое вещество, в частности,
10 углеродные и/или углеводородные носители, такие как коксовая мелочь и/или угольная мелочь, которое дополнительно к тонкодисперсному материалу, включающему в себя железосодержащие частицы, посредством горелки вводится в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем.

Твердое вещество подается к горелке отдельно от железосодержащих частиц. Твердое вещество присутствует в тонкодисперсной форме. Как твердое вещество, так и
15 тонкодисперсный материал подаются к горелке в дозированном количестве или вводятся ею в дозированном количестве в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем. Под выражением "в дозированном количестве" следует понимать варьируемое, подаваемое в горелку в единицу времени или вводимое посредством горелки в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем количество тонкодисперсного
20 материала и/или твердого вещества.

Посредством подачи твердого вещества или твердых веществ в дозированном количестве можно устанавливать в определенном диапазоне температуру фокального
пятна, наряду с регулированием по производительности горелки, и при работе горелки с топливом, наряду с регулированием по соотношению кислородсодержащего газа к
25 топливу. Под температурой фокального пятна следует понимать температуру в непосредственной близости от пламени, исходящего от горелки. Под
производительностью горелки следует понимать энергию, вводимую посредством горелки в единицу времени в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем,
в частности, тепловую энергию. Если температура фокального пятна выше, то
30 железосодержащие частицы, вводимые посредством горелки в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем, в процессе их ввода в исходящее от горелки пламя агломерируются с образованием агломератов, которые могут флюидизироваться в псевдооживленном слое восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. Если,
однако, температура фокального пятна слишком высока, то возникают слишком
35 большие агломераты, которые не могут более флюидизироваться в псевдооживленном слое. При определенных обстоятельствах, частицы, образующие псевдооживленный слой, агломерируются с образованием слишком крупных агломератов, которые не могут более флюидизироваться в псевдооживленном слое. Формирование этих слишком
крупных агломератов может привести к тому, что псевдооживленный слой перестает
40 действовать из-за дефлюидизации псевдооживленного слоя - агломераты более не могут флюидизироваться в псевдооживленном слое. При этих условиях псевдооживленный слой более не может поддерживаться. Если, с другой стороны, температура фокального пятна является низкой, то во время ввода железосодержащих частиц в
восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем посредством горелки не
45 происходит или происходит только незначительная агломерация железосодержащих частиц с образованием агломератов. При соответственно малых размерах зерна введенных железосодержащих частиц или образованных агломератов, они сразу же после их ввода в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем будут уноситься

из него. Температура фокального пятна с целью агломерации устанавливается таким образом, что, с одной стороны, унос железосодержащих частиц из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем является минимальным, а с другой стороны, гарантируется поддержание псевдооживленного слоя в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем.

В одном варианте, температура фокального пятна устанавливается или регулируется по вводимому посредством горелки в единицу времени в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем количеству тонкодисперсного материала или количеству железосодержащих частиц, содержащихся в нем.

Еще одна форма выполнения способа в соответствии с изобретением характеризуется тем, что тонкодисперсный материал перед вводом в псевдооживленный слой и/или в свободное пространство над псевдооживленным слоем аккумулируется в накопительном устройстве и, при необходимости, затем подается в соотнесенное с накопительным устройством устройство регулировки давления.

Устройство регулировки давления может быть выполнено, в частности, как так называемая "система воронка-затвор" или как "дозировующий резервуар".

Аккумуляция тонкодисперсного материала в накопительном устройстве имеет то преимущество, что также в случае прерывистой транспортировки тонкодисперсного материала в накопительное устройство возможно непрерывное введение

тонкодисперсного материала в псевдооживленный слой и/или в свободное пространство над псевдооживленным слоем. То есть, прерывистый процесс тем самым переводится в непрерывный процесс. Кроме того, за счет соотнесенного с накопительным устройством устройства регулировки давления обеспечивается надежная транспортировка тонкодисперсного материала в горелку и при колебаниях давления газовой атмосферы в восстановительном реакторе, так как давление окружающей тонкодисперсный материал газовой атмосферы можно согласовывать с давлением газовой атмосферы в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем.

Окружающая тонкодисперсный материал газовая атмосфера может быть, например, инертным газом, в частности газом, содержащим азот, или восстановительным газом, в частности, газом, содержащим водород и окись углерода.

Еще одним предметом настоящего изобретения является применение устройства, содержащего по меньшей мере один восстановительный агрегат, причем имеется по меньшей мере одна горелка с трубопроводом подвода материала для подвода тонкодисперсного материала, включающего в себя частицы, содержащие оксид железа, в горелку, причем восстановительный агрегат представляет собой восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем, горелка сообщается с внутренним пространством восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем, причем горелка содержит трубопровод ввода для ввода тонкодисперсного материала во внутреннее пространство восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем, для осуществления соответствующего изобретению способа.

Если имеется несколько восстановительных агрегатов с псевдооживленным слоем, то также может иметься несколько горелок для материала, включающего в себя частицы, содержащие оксид железа. При этом горелки расположены таким образом, что тонкодисперсный материал может непосредственно вводиться в псевдооживленный слой и/или в свободное пространство над псевдооживленным слоем восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. Например, на каждый восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем имеются первая горелка для ввода тонкодисперсного материала непосредственно в псевдооживленный слой и вторая горелка для ввода

тонкодисперсного материала непосредственно в свободное пространство над псевдооживленным слоем восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. При этом горелки могут быть расположены в любых местах на боковой поверхности восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем. Если это распределенная система, например распределенная FINEX®-система с несколькими каскадно расположенными восстановительными агрегатами с псевдооживленным слоем, то на каждый восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем может иметься одна или несколько горелок для ввода тонкодисперсного материала в соответствующий восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем, но также возможно, что для нескольких восстановительных агрегатов с псевдооживленным слоем имеется только одна горелка.

Горелка включает в себя трубопровод подвода газа для подвода кислородсодержащего газа и/или трубопровод подвода топлива для подвода газообразного и/или жидкого и/или твердого топлива в горелку.

С по меньшей мере одним восстановительным агрегатом с псевдооживленным слоем соотнесено устройство сухого пылеулавливания для обеспыливания газа, в частности, отходящего газа из по меньшей мере одного восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем.

Запыленный отходящий газ из по меньшей мере одного восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем отводится из него и посредством устройства сухого пылеулавливания, например, посредством фильтров горячего газа, или в случае, когда отходящий газ после отвода из восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем протекает через устройство для теплообмена, в охлажденном состоянии посредством нормального фильтра пылеулавливания освобождается от пыли, содержащейся в отходящем газе.

Трубопровод подвода материала для подвода тонкодисперсного материала, включающего в себя частицы, содержащие оксид железа, исходит из по меньшей мере одного накопительного устройства для накопления тонкодисперсного материала.

Имеется сообщающийся с горелкой и/или трубопроводом подвода газа и/или трубопроводом подвода топлива трубопровод подвода твердого вещества для подвода твердого вещества в горелку и/или для подвода твердого вещества в трубопровод подвода газа и/или для подвода твердого вещества в трубопровод подвода топлива.

С накопительным устройством соотнесено устройство регулировки давления для установки давления газовой атмосферы, окружающей тонкодисперсный материал.

Подходящее устройство регулировки давления представляет собой, например, "систему воронка-затвор" или "дозировочный резервуар". Давление окружающей тонкодисперсный материал газовой атмосферы перед подводом тонкодисперсного материала в горелку или перед вводом тонкодисперсного материала в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем приводится, например, на давление, повышенное по сравнению с давлением в восстановительном агрегате с псевдооживленным слоем, за счет чего обеспечивается возможность транспортировки тонкодисперсного материала в восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем.

Имеется пневматическое транспортирующее устройство для пневматической транспортировки тонкодисперсного материала в горелку.

К горелке может подводиться кислородсодержащий газ посредством трубопровода подвода материала.

Тонкодисперсный материал и кислородсодержащий газ вводятся посредством трубопровода подвода материала в горелку и посредством трубопровода ввода - во

внутреннее пространство восстановительного агрегата с псевдоожиженным слоем.

Другим предметом настоящего изобретения является применение соответствующего изобретению способа производства жидкого чугуна или жидкого стального полуфабриката посредством процесса восстановительной плавки в установке
5 восстановительной плавки, причем тонкодисперсный материал в соответствии с изобретением вводится в восстановительный агрегат с псевдоожиженным слоем, и тонкодисперсный материал, при необходимости с добавлением добавок и тонкодисперсных содержащих оксид железа исходных веществ, в восстановительном агрегате с псевдоожиженным слоем посредством восстановительного газа по меньшей
10 мере частично восстанавливается до полуфабрикатов железа, и полуфабрикаты железа в агрегате восстановительной плавки, при подаче кислородсодержащего газа и углеродсодержащих энергоносителей, расплавляются с образованием восстановительного газа и жидкого чугуна или жидких стальных полуфабрикатов.

Полуфабрикаты железа представляют собой продукты, произведенные в
15 восстановительном агрегате с псевдоожиженным слоем, которые в агрегате, например в агрегате восстановительной плавки, который образует систему с восстановительным агрегатом с псевдоожиженным слоем, расплавляются для получения жидкого чугуна или жидких стальных полуфабрикатов. Полуфабрикаты железа представляют собой, например, губчатое железо и/или DRI (железо прямого восстановления) и, при
20 необходимости, перед использованием в агрегате восстановительной плавки, прессуются в брикеты железа горячего прессования (HCl) или железа холодного или горячего брикетирования (СВІ, НВІ). Введенные в агрегат восстановительной плавки углеродсодержащие энергоносители представляют собой, например, угольные брикеты и/или кусковой уголь и/или кокс и/или углеводородсодержащие твердые, жидкие или
25 газообразные вещества и/или угольную мелочь и/или пластик и/или мазут и/или природный газ.

Предметом настоящего изобретения является применение соответствующего изобретению способа для производства продуктов железа посредством процесса прямого восстановления в установке прямого восстановления, причем тонкодисперсный материал
30 согласно изобретению вводится в восстановительный агрегат, и тонкодисперсный материал, при необходимости, с добавлением добавок и тонкодисперсных исходных веществ, содержащих оксид железа, в восстановительном агрегате посредством восстановительного газа восстанавливается по меньшей мере частично до продуктов железа.

При необходимости, продукты железа, после их производства в восстановительном агрегате, подвергаются окускованию. Окускование осуществляется, например, в форме
35 холодного или горячего брикетирования продуктов железа с образованием железа холодного или горячего брикетирования (СВІ, НВІ) или в форме горячего прессования с образованием железа горячего прессования (HCl).

40 Продукты железа являются продуктами, которые продаются, например, для дальнейшей обработки, однако также перерабатываются в сталь на связанном сталелитейном производстве, например, посредством электродуговой печи.

Краткое описание чертежей

Изобретение поясняется ниже на примере со ссылкой на прилагаемые чертежи.

45 Фиг. 1 показывает схематично и в качестве примера соответствующий изобретению способ и соответствующее изобретению устройство с восстановительным агрегатом с псевдоожиженным слоем.

Фиг. 2 показывает схематично и в качестве примера конкретную форму выполнения

соответствующего изобретению способа и соответствующего изобретению устройства с несколькими восстановительными агрегатами с псевдооживленным слоем.

Фиг. 3 показывает схематично и в качестве примера, в дополнение к Фиг. 1 и Фиг. 2, фрагмент соответствующего изобретению способа и соответствующего изобретению устройства в FINEX®-системе, включая представление различных источников происхождения газообразного топлива, транспортирующего газа и тонкодисперсного материала.

Описание форм выполнения

Фиг. 1 показывает схематично и в качестве примера соответствующий изобретению способ и соответствующее изобретению устройство, в которых тонкодисперсный материал (4), включающий в себя железосодержащие частицы, посредством горелки (2) вводится в псевдооживленный слой (24) восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем. Температура в псевдооживленном слое (24) больше чем 300°C, предпочтительно больше чем 400°C, особенно предпочтительно больше чем 500°C, и меньше чем 900°C, предпочтительно меньше чем 850°C, особенно предпочтительно меньше чем 800°C. Тонкодисперсный материал (4) транспортируется по трубопроводу (3) подвода материала к горелке (2), где из с размещенного в горелке (2) трубопровода (6) ввода вводится во внутреннее пространство (5) восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем. Тонкодисперсный материал (4) агломерируется во время ввода с образованием агломератов. Агломераты затем удерживаются в псевдооживленном слое (24) восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем так долго, пока они снова не будут выведены из восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем. Дополнительно, через транспортные трубопроводы (40) во внутреннее пространство (5) восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем загружаются исходные вещества (41), содержащие оксид железа, а также добавки (19). С помощью восстановительного газа (20), вводимого по трубопроводу восстановительного газа (37) во внутреннее пространство (5) восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем или в псевдооживленный слой (24) восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем, осуществляется восстановление содержащихся в тонкодисперсном материале (4) железосодержащих частиц и тонкодисперсного исходного вещества (41), содержащего оксид железа, до полуфабрикатов (21) железа и продуктов (60) железа, которые выводятся через выпускной трубопровод (36) из восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем. Агломераты удерживаются во взвешенном состоянии восстановительным газом (20), текущим снизу вверх в восстановительном агрегате (1) с псевдооживленным слоем. Размер образующихся агломератов зависит от температуры пламени. Температура пламени или температура фокального пятна, то есть температура в непосредственной близости от пламени, соответственно регулируется таким образом, что агломераты с помощью восстановительного газа (20) не выносятся из восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем и не падают вниз на основание восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем. Скорее агломераты выполняют в псевдооживленном слое (24) или в свободном пространстве (25) над псевдооживленным слоем (24) случайное движение, вызванное потоком восстановительного газа, - они находятся во взвешенном состоянии внутри псевдооживленного слоя (24).

Железосодержащие частицы включают в себя, например, частицы магнетита, пыль из устройства пылеулавливания, в частности устройства (11) сухого пылеулавливания, пыль из относящегося к показанному на Фиг. 3 устройству (29) прессования устройства (48) сухого пылеулавливания, показанного на Фиг. 3, в частности, из устройства горячего

прессования (установки горячего прессования железа), пыль из устройства брикетирования или пыль из устройства горячего брикетирования или пыль металлургического производства, особенно пыль из системы пылеулавливания литейного цеха или пыль из показанного на Фиг. 3 устройства (49) сухого пылеулавливания для обеспыливания восстановительного газа (20), который отводится из показанного на Фиг. 3 агрегата (22) восстановительной плавки. Восстановительный газ (20), потребленный при восстановлении содержащихся в тонкодисперсном материале (4) железосодержащих частиц и тонкодисперсных исходных веществ (41), содержащих оксид железа, отводится как запыленный отходящий газ (12) из восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем и подвергается теплообмену в устройстве (26) теплообмена, причем отходящий газ (12) охлаждается. Запыленный и охлажденный отходящий газ (12) затем обеспыливается в устройстве (11) сухого пылеулавливания, причем транспортируемый вместе с отходящим газом (12) тонкодисперсный материал (4) отделяется. Отделенный тонкодисперсный материал (4) промежуточным образом аккумулируется в накопительном устройстве (13). В накопительное устройство (13) входит трубопровод (38) подвода пыли для подвода тонкодисперсного материала (4), который происходит, например, из одного или более указанных выше источников или отделяется из показанных на Фиг. 3 скрубберов (45, 46, 47) и подается, при необходимости после сушки, как тонкодисперсный материал (4) через трубопровод (38) подвода пыли в накопительное устройство (13). При необходимости, к тонкодисперсному материалу (4) с помощью подающего трубопровода (39) подмешиваются углеродсодержащие вещества (28). Подмешивание углеродсодержащих веществ (28) может выполняться перед, в или после накопительного устройства (13). С накопительным устройством (13) соотнесено устройство (14) регулировки давления для регулировки давления газовой атмосферы (15), окружающей тонкодисперсный материал (4). Если, например, давление в восстановительном агрегате (1) с псевдооживленным слоем выше, чем давление газовой атмосферы (15), окружающей тонкодисперсный материал (4), то посредством устройства (14) регулировки давления давление газовой атмосферы (15) в устройстве (14) регулировки давления повышается до значения, превышающего давление в восстановительном агрегате (1) с псевдооживленным слоем, прежде чем тонкодисперсный материал (4) пневматически с помощью пневматического транспортирующего устройства (16) будет транспортироваться от устройства (14) регулировки давления через трубопровод (3) подвода материала к горелке (2). Тонкодисперсный материал транспортируется или вдувается или всасывается совместно с транспортирующим газом (27) из пневматического транспортирующего устройства (16). Горелка (2) соединена с трубопроводом (3) подвода материала, который входит в трубопровод (6) ввода для введения тонкодисперсного материала (4) во внутреннее пространство (5) восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем. Кроме того, горелка (2) имеет трубопровод (7) подвода газа для подвода кислородсодержащего газа (8), предпочтительно воздуха, технического кислорода, азота или пара, трубопровод (9) подвода топлива для подвода газообразного и/или жидкого, и/или твердого топлива (10) в горелку (2). Горелка (2) также имеет трубопровод (52) подвода твердых веществ для подачи твердого вещества (51), в частности, для подвода твердых носителей железа в горелку (2). Трубопровод (52) подвода твердых веществ дополнительно сообщается с трубопроводом (7) подвода газа и трубопроводом (9) подвода топлива. Горелка (2) выполнена таким образом, что на входящем во внутреннее пространство (5) восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем наконечнике горелки (2)

кислородсодержащий газ (8), топливо (10), введенный через трубопровод (6) в горелку (2) тонкодисперсный материал (4) и твердое вещество (51) могут смешиваться. После воспламенения этой смеси образуется выступающее из отверстия горелки пламя, посредством которого тонкодисперсный материал (4) вводится во внутреннее
5 пространство (5) восстановительного агрегата с псевдооживленным слоем.

Если топливом (10) является твердое топливо (10), например, тонкодисперсный углеродсодержащий материал, то твердое топливо (10) перемещается в горелку (2) с помощью транспортирующего газа (59). При применении газообразного топлива (10), топливо (10) может непосредственно использоваться как транспортирующий газ (27)
10 для пневматической транспортировки тонкодисперсного материала (4) в горелку (2). При этом газообразное топливо (10) подается непосредственно в транспортирующее устройство (16). В специальной форме выполнения изобретения, по меньшей мере частичное количество кислородсодержащего газа (8) применяется в качестве
15 транспортирующего газа (27), причем частичное количество кислородсодержащего газа (8) подается в пневматическое транспортирующее устройство (16). В качестве топлива (10) или транспортирующего газа (27) могут применяться, например, отходящий газ (12), получаемый газ (30), остаточный газ (31), охлаждающий газ (32), выводимый газ (33), доменный газ (34) или продувочный газ (50). Эти газы подаются в горелку посредством трубопровода (9) подвода топлива. Эти газы также могут подаваться
20 посредством пневматического транспортирующего устройства (16).

На Фиг. 2 схематично и в качестве примера показана конкретная форма выполнения соответствующего изобретению способа и соответствующего изобретению устройства с несколькими восстановительными агрегатами с псевдооживленным слоем.

Эта форма выполнения включает в себя четыре восстановительных агрегата (1, 53, 54, 55) с псевдооживленным слоем, каждый с псевдооживленным слоем (25), причем
25 восстановительный газ (20) сначала по трубопроводу (37) восстановительного газа направляется в восстановительный агрегат (53) с псевдооживленным слоем. После восстановления введенных через транспортный трубопровод (40) в восстановительный агрегат (53) с псевдооживленным слоем тонкодисперсных содержащих оксид железа
30 исходных веществ (41) и находящегося в восстановительном агрегате (53) с псевдооживленным слоем тонкодисперсного материала (4), включающего в себя железосодержащие частицы, до полуфабрикатов (21) железа и/или продуктов (60) железа, полуфабрикаты (21) железа и/или продукты (60) железа посредством выпускного
35 трубопровода (36) выводятся из восстановительного агрегата (53) с псевдооживленным слоем и, при необходимости, подаются на дальнейшие стадии обработки. Затем частично потребленный при восстановлении в восстановительном агрегате (53) с псевдооживленным слоем восстановительный газ (20) выводится из него и вводится в
восстановительный агрегат (1) с псевдооживленным слоем. В этом восстановительном агрегате (1) с псевдооживленным слоем введенный посредством горелки (2, 58) в
40 псевдооживленный слой (24) или в свободное пространство (25) над псевдооживленным слоем (24) тонкодисперсный материал (4) и тонкодисперсные исходные вещества (41), содержащие оксид железа, с помощью частично потребленного восстановительного
газа (20), выведенного из восстановительного агрегата (53) с псевдооживленным слоем, восстанавливаются, причем, в свою очередь, часть восстановительного газа (20)
45 потребляется и выводится из восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем. После введения восстановительного газа (20) в восстановительные агрегаты (54) и (55) с псевдооживленным слоем, в которых введенный посредством соотнесенных с ними горелок (56) и (57) тонкодисперсный материал (4) и введенные посредством

транспортного трубопровода (40) тонкодисперсные исходные вещества (41), содержащие оксид железа, восстанавливаются, восстановительный газ (20) удаляется в виде отходящего газа (12) из восстановительного агрегата (55) с псевдоожиженным слоем. Направление потока тонкодисперсных исходных веществ (41), содержащих оксид железа, и восстановительного газа (20) в показанном на Фиг. 3 способе, FINEX®-способе, является противоположным. В то время как восстановительный газ (20) из восстановительного агрегата (53) с псевдоожиженным слоем последовательно проходит через восстановительные агрегаты (1), (54) и (55) с псевдоожиженным слоем, восстановленные тонкодисперсные исходные вещества (41), содержащие оксид железа, и восстановленные железосодержащие частицы, которые содержатся в тонкодисперсном материале, транспортируются посредством транспортного трубопровода (40) в противоположном направлении, чтобы, в конечном счете, в качестве полуфабрикатов (21) железа и/или полуфабрикатов (60) железа выводиться через выпускной трубопровод (36) из восстановительного агрегата (53) с псевдоожиженным слоем. Не описанные здесь и показанные на Фиг. 2 признаки соответствуют признакам, описанным со ссылкой на фиг 1.

На Фиг. 3 схематично и в качестве примера показаны, в дополнение к Фиг. 1 и Фиг. 2, различные источники происхождения газообразного топлива (10), транспортирующего газа (27) и тонкодисперсного материала (4).

Вынесенные по выпускному трубопроводу (36) из представленного на Фиг. 2 восстановительного агрегата (53) с псевдоожиженным слоем полуфабрикаты (21) железа в качестве DRI перед использованием преобразуются в агрегате (22) восстановительной плавки в HCl (43) - железо горячего прессования - или в брикеты (44), которые загружаются посредством загрузочного устройства (42) в агрегат (22) восстановительной плавки. Там HCl (43) или брикеты (44) при добавке кислородсодержащего газа (8) углеродсодержащих энергоносителей (23), например, кускового угля, при образовании восстановительного газа (20) расплавляются в жидкий чугун (17) или жидкие стальные полуфабрикаты (18) и выносятся из агрегата (22) восстановительной плавки. Выведенный из агрегата (22) восстановительной плавки запыленный восстановительный газ (20) обеспыливается в устройстве (49) сухого пылеулавливания, и первое частичное количество обеспыленного восстановительного газа (20) вводится в загрузочное устройство (42), чтобы избежать обратного окисления введенных в загрузочное устройство (42) полуфабрикатов железа (21). Введенное в загрузочное устройство (42) первое частичное количество обеспыленного восстановительного газа (20) выводится из него в виде доменного газа (34) и, при необходимости, после мокрой очистки в скруббере (47) подается к устройству (35) удаления CO₂. Второе частичное количество обеспыленного восстановительного газа (20) подвергается мокрой очистке в скруббере (46) для получения охлаждающего газа (32), прежде чем он смешивается с выведенным из агрегата (22) восстановительной плавки восстановительным газом (20) перед его обеспыливанием в устройстве (49) сухого пылеулавливания. Третье частичное количество обеспыленного восстановительного газа (20) возвращается в по меньшей мере один из представленных на Фиг. 2 восстановительных агрегатов (53, 1, 54, 55) с псевдоожиженным слоем, в то время как четвертое частичное количество обеспыленного восстановительного газа (20) подвергается мокрой очистке в скруббере (45).

Первое частичное количество отходящего газа (12), которое отводится из показанного на Фиг. 2 восстановительного агрегата (55) с псевдоожиженным слоем, после очистки в устройстве (11) сухого пылеулавливания подвергается удалению CO₂ в устройстве

(35) удаления CO_2 для формирования CO_2 -обедненного полученного газа (30) и CO_2 -обогащенного остаточного газа (31). Второе частичное количество выведенного из восстановительного агрегата (55) с псевдооживленным слоем отходящего газа (12) выпускается без предварительного удаления CO_2 в качестве выводимого газа (33) из

FINEX®-системы. Получаемый газ (30) добавляется к выведенному из агрегата (22) восстановительной плавки запыленному восстановительному газу (20) перед его обеспыливанием в устройстве (49) сухого пылеулавливания. Например, получаемый газ (30), остаточный газ (31), охлаждающий газ (32), выводимый газ (33), доменный газ (34) и отходящий газ (12) применяются, по меньшей мере частично, как в качестве газообразного топлива (10), так и в качестве транспортирующего газа (27). Тонкодисперсный материал (4), отделенный при обеспыливании продувочного газа (50) в устройстве (48) сухого пылеулавливания или при обеспыливании отведенного из агрегата (22) восстановительной плавки восстановительного газа (20) в устройстве (49) сухого пылеулавливания, подается, например, с помощью трубопровода (38) подвода пыли в накопительное устройство (13). В случае необходимости, отделенный в скрубберах (45), (46) и (47) шлам, при необходимости после его сушки, направляется в качестве тонкодисперсного материала (4) также по трубопроводу (38) подвода пыли в накопительное устройство (13).

Хотя изобретение подробно описано и проиллюстрировано с помощью предпочтительных примеров выполнения, однако изобретение не ограничено раскрытыми примерами, и другие варианты могут быть получены на этой основе специалистом в данной области без отклонения от объема защиты настоящего изобретения.

Список ссылочных позиций

1 восстановительный агрегат с псевдооживленным слоем

2 горелка

3 трубопровод подвода материала

4 тонкодисперсный материал

5 внутреннее пространство

6 трубопровод ввода

7 трубопровод подвода газа

8 кислородсодержащий газ

9 трубопровод подвода топлива

10 топливо

11 устройство сухого пылеулавливания

12 отходящий газ

13 накопительное устройство

14 устройство регулировки давления

15 газовая атмосфера

16 пневматическое транспортирующее устройство

17 жидкий чугун

18 жидкие стальные полуфабрикаты

19 добавки

20 восстановительный газ

21 полуфабрикаты железа

22 агрегат восстановительной плавки

23 углеродсодержащий энергоноситель

- 24 псевдоожигенный слой
 25 свободное пространство
 26 устройство теплообмена
 27 транспортирующий газ
 5 28 углеродсодержащий газ
 29 устройство прессования
 30 получаемый газ
 31 остаточный газ
 32 охлаждающий газ
 10 33 выводимый газ
 34 доменный газ
 35 устройство удаления CO₂
 36 выпускной трубопровод
 37 трубопровод восстановительного газа
 15 38 трубопровод подвода пыли
 39 подводящий трубопровод
 40 транспортный трубопровод
 41 тонкодисперсные исходные вещества, содержащие оксид железа
 42 загрузочное устройство
 20 43 HCl (железо горячего прессования)
 44 брикеты
 45 скруббер
 46 скруббер
 47 скруббер
 25 48 устройство сухого пылеулавливания
 49 устройство сухого пылеулавливания
 50 продувочный газ
 51 твердое вещество
 52 трубопровод подвода твердого вещества
 30 53 восстановительный агрегат с псевдоожигенным слоем
 54 восстановительный агрегат с псевдоожигенным слоем
 55 восстановительный агрегат с псевдоожигенным слоем
 56 горелка
 57 горелка
 35 58 горелка
 59 транспортирующий газ
 60 продукты железа.

(57) Формула изобретения

- 40 1. Способ ввода тонкодисперсного материала (4), включающего в себя частицы, содержащие оксид железа, в восстановительный агрегат для восстановления частиц, содержащих оксид железа, с использованием восстановительного газа, характеризующийся тем, что осуществляют ввод тонкодисперсного материала в восстановительный агрегат (1) с псевдоожигенным слоем (24), в котором температура
 45 в псевдоожигенном слое (24) ниже температуры плавления тонкодисперсного материала (4), причем больше 300°C и меньше 900°C, при этом ввод тонкодисперсного материала (4) осуществляют с помощью горелки (2) непосредственно в псевдоожигенный слой (24) и/или в свободное пространство (25) над псевдоожигенным слоем (24) с

обеспечением оплавления поверхности частиц тонкодисперсного материала (4) при их вводе посредством исходящего от горелки (2) пламени и агломерирования с образованием агломератов, которые удерживают во взвешенном состоянии посредством подводимого восстановительного газа, протекающего снизу вверх через
5 восстановительный агрегат, при этом содержащиеся в агломератах частицы, содержащие оксид железа, восстанавливают посредством восстановительного газа, а после восстановления содержащихся в агломератах частиц, содержащих оксид железа, их выводят из восстановительного агрегата (1) с псевдооживленным слоем.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что температура в псевдооживленном слое (24)
10 составляет больше чем 400°C, предпочтительно больше чем 500°C, и меньше чем 850°C, предпочтительно меньше чем 800°C.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что по меньшей мере часть тонкодисперсного материала (4) подают из пылеулавливающего устройства, в частности устройства (11) сухого пылеулавливания, агрегата восстановительной плавки и/или установки прямого
15 восстановления.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что часть тонкодисперсного материала (4), включающую частицы, содержащие оксид железа, вводят посредством горелки (2) с обеспечением увеличения пористости частиц, содержащих оксид железа, и/или сушки тонкодисперсного материала (4).

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что тонкодисперсный материал (4)
20 транспортируют пневматически с помощью транспортирующего газа (27) к горелке (2).

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что частицы, содержащие оксид железа, включают в себя железорудную мелочь.

7. Способ по п. 1, отличающийся тем, что тонкодисперсный материал (4) включает в себя углеродсодержащие вещества (28) и/или транспортируется при температуре предпочтительно больше чем 150°C к горелке (2).

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что горелку (2) эксплуатируют с газообразным топливом (10) и/или жидким топливом (10), и/или твердым топливом (10), и/или с
30 кислородсодержащим газом (8), причем при работе горелки (2) с топливом (10) газообразное топливо (10) содержит по меньшей мере один технологический газ, выделяющийся в процессе производства чугуна.

9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что газообразное топливо (10) и/или твердое топливо (10) после выхода из горелки (2) по меньшей мере частично окисляют
35 посредством кислородсодержащего газа (8).

10. Способ по п. 8, отличающийся тем, что твердое топливо (10) транспортируют к горелке (2) посредством транспортирующего газа (59), причем транспортируемый газ (59) содержит по меньшей мере один технологический газ, выделяющийся в процессе производства чугуна.

40 11. Способ по п. 9 или 10, отличающийся тем, что по меньшей мере часть газообразного топлива (10) и/или по меньшей мере часть кислородсодержащего газа (8) используют в качестве транспортирующего газа (27) для пневматической транспортировки тонкодисперсного материала (4) к горелке (2).

12. Способ по п. 8, отличающийся тем, что при эксплуатации горелки (2)
45 исключительно с кислородсодержащим газом (8) кислородсодержащий газ (8) с газовой атмосферой, включающей в себя водород и/или окись углерода, и/или метан, и/или углеводороды, преобразуют в восстановительном агрегате (1).

13. Способ по п. 1, отличающийся тем, что к горелке (2) подают по меньшей мере

одно твердое вещество (51), в частности углеродные и/или углеводородные носители, такие как коксовая мелочь и/или угольная мелочь, которое дополнительно к тонкодисперсному материалу (4), включающему в себя частицы, содержащие оксид железа, посредством горелки (2) вводят в восстановительный агрегат (1).

5 14. Способ по п. 1, отличающийся тем, что тонкодисперсный материал (4) перед вводом в псевдооживленный слой (24) и/или в свободное пространство (25) над псевдооживленным слоем (24) аккумулируют в накопительном устройстве (13) и, при необходимости, затем подают в соотнесенное с накопительным устройством (13) устройство (14) регулировки давления.

10 15. Способ производства жидкого чугуна (17) или жидких стальных полуфабрикатов (18), в котором

осуществляют способ ввода тонкодисперсного материала (4) по любому из пп. 1-14 в восстановительный агрегат (1) с псевдооживленным слоем (24), в котором частицы, содержащие оксид железа, при необходимости с добавлением добавок (19) и тонкодисперсных содержащих оксид железа исходных веществ (41) посредством восстановительного газа (20) по меньшей мере частично восстанавливаются до полуфабрикатов железа (21),

полученные полуфабрикаты железа (21) подают в агрегат (22) восстановительной плавки, в котором их при подаче кислородсодержащего газа (8) и углеродсодержащих энергоносителей (23) плавят с образованием восстановительного газа (20) и с получением жидкого чугуна (17) или жидких стальных полуфабрикатов (18).

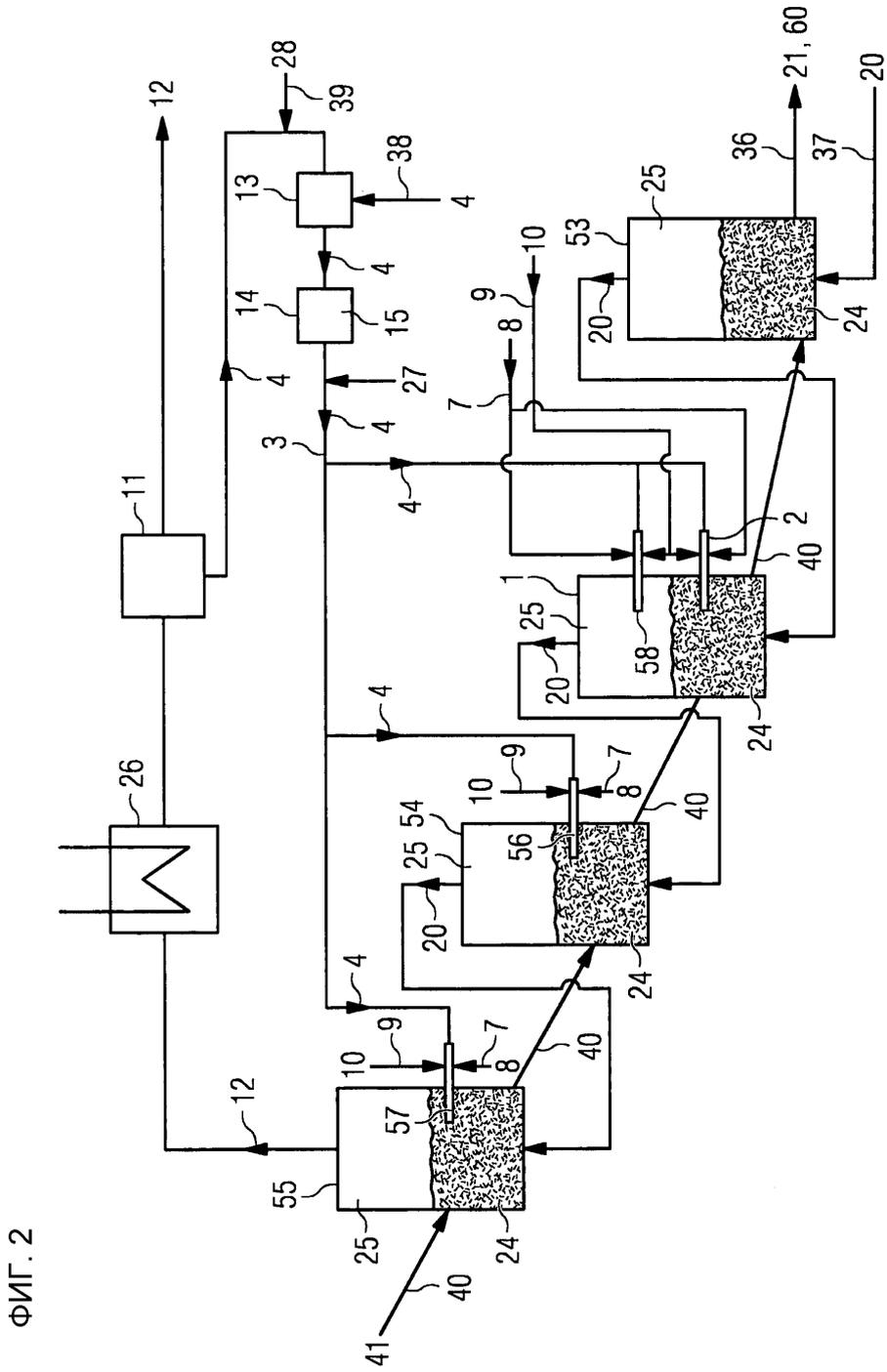
25

30

35

40

45



ФИГ. 3

