

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202393329 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.05.20

(51) Int. Cl. C21B 13/02 (2006.01)
F27B 1/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.06.20

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА (НВИ), СОДЕРЖАЩЕГО ФЛЮС И/ИЛИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЙ МАТЕРИАЛ

(31) 63/213,307; 17/843,013

(32) 2021.06.22; 2022.06.17

(33) US

(86) PCT/US2022/034129

(87) WO 2022/271576 2022.12.29

(71) Заявитель:

МИДРЭКС ТЕКНОЛОДЖИЗ, ИНК.
(US)

(72) Изобретатель:

Митисита Харуясу, Хатакэяма
Тайцзи, Асториа Тодд (US)

(74) Представитель:

Кузнецова С.А. (RU)

(57) Способ получения горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала и/или флюса, включающий: предоставление шахтной печи установки прямого восстановления для восстановления оксида железа с помощью восстановительного газа; предоставление машины для производства горячих брикетов для получения горячебрикетированного железа; присоединение желоба между а) разгрузочным выходом шахтной печи для выгрузки горячего железа прямого восстановления и б) входом машины для производства горячих брикетов; добавление твердого углеродсодержащего материала и/или флюса к выгружаемому горячему железу прямого восстановления из шахтной печи для получения смеси выгружаемого горячего железа прямого восстановления и твердого углеродсодержащего материала и/или флюса перед подачей в машину для производства горячих брикетов; и обработку в машине для производства горячих брикетов для получения продукта горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала более приблизительно 3 вес.% и/или повышенным содержанием флюса.

A1

202393329

202393329

A1

СИСТЕМА И СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА (HBI), СОДЕРЖАЩЕГО ФЛЮС И/ИЛИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЙ МАТЕРИАЛ

Перекрестная ссылка на родственную заявку

[0001] Настоящая заявка на патент, не являющаяся предварительной, испрашивает приоритет предварительной заявки на патент США № 63/213307, поданной 22 июня 2021 года и озаглавленной «ПРОИЗВОДСТВО DRI, СОДЕРЖАЩЕГО ФЛЮС И/ИЛИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЙ МАТЕРИАЛ, НА УСТАНОВКЕ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ», содержание которой в полном объеме включено в настоящий документ путем ссылки.

Область техники

[0002] Настоящее изобретение в общем относится к области железа прямого восстановления (DRI) и плавки стали. Более конкретно, настоящее изобретение относится к способу и системе для получения агломерации горячего железа прямого восстановления (HDRI), а именно горячебрикетированного железа (HBI), содержащего твердый углеродсодержащий материал и/или флюс, которое предпочтительно используется в качестве исходного сырья для последующей плавки железа прямого восстановления (DRI).

Предпосылки изобретения

[0003] HDRI/HBI является распространенным исходным сырьем для электроплавильного аппарата, такого как электродуговая печь (EAF), в качестве единицы, имеющей дело с чистым железом. В случае плавки высококачественного HDRI/HBI, изготовленного из оксида с высоким содержанием железа (Fe больше 67 вес. %), HDRI/HBI может подаваться в плавильный аппарат для получения жидкой стали, где вместе с HDRI/HBI необходимо добавлять большее количество флюса для достижения целевой основности шлака C/S (соотношение CaO и SiO₂ в вес. %) более 2.

[0004] В случае плавки низкосортного HDRI/HBI, изготовленного из оксида с более низким содержанием железа (Fe менее 65 вес. %) и пустой породы с более высокой кислотностью, для уменьшения эксплуатационных затрат и капиталовложения при плавке HDRI/HBI для получения жидкой стали, могут быть применены двухэтапные способы, как это практикуется в интегрированных сталелитейных заводах с доменной печью (BF). На первом этапе плавки содержание углерода в горячем металле обычно составляет С более 3 %, а основность шлака $C(\text{кальций}) / S(\text{диоксид кремния}) = 1,1 \sim 1,3$ будет являться целью при плавке HDRI/HBI и удалении шлака, после чего следует второй этап плавки, на котором углерод в горячем металле обезуглероживают продувкой кислородом для получения жидкой стали. Затем необходимо добавить большее количество углерода и флюса вместе с HDRI/HBI для достижения целевого содержания углерода в горячем металле и основности шлака на первом этапе плавки.

[0005] В любом из вышеперечисленных случаев количество углерода и флюса в обычном HDRI/HBI недостаточно велико для достижения этих целевых значений в процессе плавки DRI. Твердый углеродсодержащий материал и флюс обычно добавляют вместе с HDRI/HBI, но добавление сыпучего твердого углеродсодержащего материала и флюса приводит к более высоким потерям из-за уноса шлаком или отходящими газами, выходящими из плавильного аппарата, что существенно увеличивает эксплуатационные расходы.

Сущность изобретения

[0006] Настоящее изобретение предоставляет способ и систему для получения HBI, перемешанного с твердым углеродсодержащим материалом и/или флюсом, для предпочтительного использования в качестве исходного сырья для последующего процесса плавки DRI, среди других применений. Общее преимущество заключается в том, что HBI позволяет удерживать желаемое количество углерода и/или флюса, необходимое для последующей плавки, что позволяет повысить выход углерода и/или флюса за счет исключения или уменьшения количества добавляемых извне углерода и/или флюса в плавильном аппарате. Дополнительным преимуществом вариантов осуществления является возможность добавления с помощью раскрытых в настоящем документе способов и систем твердого углеродсодержащего материала и/или флюса после восстановления и между шахтной печью и машиной для производства горячих брикетов.

[0007] Таким образом, в настоящем документе раскрыты системы и способы, в которых предпочтительно твердый углеродсодержащий материал и/или флюс добавляют в HDRI между выгрузкой из шахтной печи и загрузкой в машину для производства горячих брикетов (HB) для получения HBI для внешнего получателя или последующего плавильного аппарата для получения жидкой стали или горячего металла.

[0008] Варианты осуществления раскрытых в настоящем документе систем и способов позволяют получение агломерата HDRI или HBI, содержащего достаточное количество углерода и/или флюса, необходимое для последующей плавки; либо для получения жидкой стали (одноэтапный способ), либо для получения горячего металла (двухэтапные способы). Продуктом может быть агломерат HDRI, необязательно с более высокой плотностью и прочностью, или просто достаточно прочный, чтобы его можно было перенести, например, на соседний плавильный агрегат без генерации значительных мелких частиц, в случае когда HDRI может использоваться на плавильном агрегате рядом с установкой DR. Желательно, чтобы продуктом был HBI с плотностью и прочностью, указанными в любых применимых правилах морских перевозок, в случае отгрузки HBI внешним получателем, согласно вариантам осуществления.

[0009] Чтобы дополнительно проиллюстрировать преимущества настоящего изобретения, далее отмечается, что в попытке получить жидкую сталь с использованием низкосортного HDRI/HBI, в качестве альтернативы могут быть применены двухэтапные (2) способы, как это применяется на интегрированных сталелитейных заводах с доменной печью (blast furnace, BF). На первом этапе получают горячий металл с более высоким содержанием углерода и более низкой основностью шлака для плавки HDRI/HBI и удаления шлака. На втором этапе углерод в горячем металле обезуглероживают продувкой кислородом для получения жидкой стали. Однако такие двухэтапные (2) способы с использованием обычного HDRI/HBI имеют по меньшей мере следующие проблемы при получении горячего металла на первом этапе плавки.

1. Количество углерода в обычном HDRI/HBI (C приблизительно 1–1,5 вес. %) недостаточно велико для уменьшения остаточного содержания FeO в HDRI/HBI и

поддержания содержания углерода в горячем металле (предпочтительно С больше 3–4 вес. %) для поддержания низкого содержания FeO в шлаке;

2. содержание основной пустой породы в обычном HDRI/HBI недостаточно велико для поддержания основности шлака, пригодной для производства горячего металла (предпочтительно $C/S = 1,1 \sim 1,3$); и

3. загрузка углеродсодержащего материала, такого как коксовый шлак, и флюсового материала, такого как известь и доломит, параллельно с загрузкой HDRI/HBI на первом этапе плавки (т.е. внешняя добавка) может привести к высоким потерям добавок из-за их уноса отходящими газами и шлаком.

[0010] Соответственно, необходимыми в данной области техники и рассматриваемыми в настоящем описании являются система и способ, позволяющие HDRI/HBI содержать достаточное количество углерода и/или флюса (больше 3 вес. % С, предпочтительно С больше 4 вес. %), так что низкосортный HDRI/HBI может быть эффективно расплавлен с минимальной потерей выхода углерода и/или флюса для получения горячего металла на первом этапе плавки. Следует иметь в виду, что содержание флюса может варьировать в зависимости от условий эксплуатации, более конкретно от количества пустой породы с кислотностью в оксиде железа и целевой основности шлака ($C/S = 1,1 \sim 1,3$) на первом этапе плавки для получения горячего металла. В связи с этим и согласно вариантам осуществления настоящего изобретения содержание углеродсодержащего материала в получаемом горячебрикетированном железе может быть увеличено до более чем приблизительно 3 процентов по весу и/или увеличено содержание флюса. Увеличенное содержание флюса может быть определено целевой основностью шлака, пригодной для производства горячего металла, такой как более 1,0 согласно вариантам осуществления.

[0011] Более того, в случае одноэтапного способа плавки для получения жидкой стали высококачественного HDRI/HBI необходимо дополнительно загружать большое количество добавочного флюса извне для достижения более высокой основности шлака (C/S больше 2,0), пригодной для производства стали. Таким образом, также необходимы в данной области техники и также рассматриваются в настоящем описании система и способ, позволяющие, например, высококачественному HDRI/HBI

содержать достаточное количество углерода и/или флюса вместо добавления извне в плавильном агрегате, чтобы минимизировать потерю выхода.

[0012] Далее следует отметить, что DRI возможно науглеродить природным газом или углекислым газом, вводимым в шахтную печь DR. Однако слишком интенсивный ввод природного газа охлаждает шихту в шахтной печи, что отрицательно сказывается на производительности восстановления. Кроме того, на производительность науглероживания влияет кинетическое и химическое равновесие науглероживания при наличии различных соединений, таких как CO_2 и H_2O , в шахтной печи. Соответственно, весь углерод, содержащийся во вводимом газе, не участвует в науглероживании DRI. В конечном счете это способствует уменьшению содержания оксида железа, но с точки зрения тепловой эффективности это не является предпочтительным. Кроме того, по мере того, как больше науглероживающего газа проходит через зону науглероживания, чтобы попасть в зону восстановления, расположенную выше в шахтной печи, необходимое количество науглероживающего газа увеличивается.

[0013] Для достижения безуглеродистой плавки стали с H_2 на основе установки DR, науглероживающий газ должен быть получен из экологически чистого источника углерода. Таким газом может быть биогаз, такой как продукт биологической ферментации или сбразивания, но его доступность ограничена. Кроме того, перед подачей газа в шахтную печь необходимо удалить CO_2 , H_2O и H_2S . В другом варианте возобновляемый углеродсодержащий материал (биомасса) возможно газифицировать пиролизическим способом, но это требует значительных капиталовложений.

[0014] Таким образом, вместо использования экологически чистого науглероживающего газа можно рассмотреть возможность добавления твердой биомассы или биоугля в исходное сырье для оксида железа для установки DR, поскольку углерод должен оставаться во время способа восстановления. Однако оксидным исходным сырьем для установки DR в основном являются твердые гранулы. Соответственно, углеродсодержащий материал выгорает во время затвердевания, когда твердый углеродсодержащий материал добавляют перед затвердеванием.

[0015] Кроме того, флюс может быть добавлен до процесса затвердевания в виде «офлюсованных гранул», которые также могут быть использованы для доменной печи (blast furnace, BF). Однако количество флюса в оксидной грануле имеет некоторые

ограничения, поскольку более высокая основность пустой породы при добавлении большего количества флюса ухудшает прочность твердой гранулы. Например, в твердых гранулах, имеющих много извести, генерируется много мелких частиц, когда они хранятся на открытой площадке под сильным дождем. Следовательно, количество флюса в «офлюсованной грануле» меньше, чем желаемое количество, например, в плавильном агрегате, и значительное количество флюса должно быть добавлено извне в плавильный аппарат даже при изготовлении HDRI/HBI из «офлюсованной гранулы».

[0016] Кроме того, производительность для железа прямого восстановления или содержания железа DRI, получаемого шахтной печью, снижается по мере добавления большего количества углерода и/или флюса в исходное сырье шахтной печи. Следовательно, желательно добавлять твердый углерод и/или флюсовый материал к HDRI/HBI гомогенным образом на установке DR, предпочтительно после завершения способа восстановления, но считается, что в настоящее время отсутствуют такие технологии, которые представлены в настоящем описании.

[0017] Соответственно, варианты осуществления раскрытых в настоящем документе систем и способов предпочтительно удовлетворяют вышеупомянутым потребностям и другим.

[0018] В иллюстративном варианте осуществления способ получения горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала и/или флюса включает: предоставление шахтной печи установки прямого восстановления для восстановления оксида железа с помощью восстановительного газа; предоставление машины для производства горячих брикетов для получения горячебрикетированного железа; присоединение желоба между а) разгрузочным выходом шахтной печи для выгрузки горячего железа прямого восстановления и б) входом машины для производства горячих брикетов; добавление твердого углеродсодержащего материала и/или флюса к выгружаемому горячему железу прямого восстановления из шахтной печи для получения смеси выгружаемого горячего железа прямого восстановления и твердого углеродсодержащего материала и/или флюса перед подачей в машину для производства горячих брикетов; и обработку в машине для производства горячих брикетов для получения продукта горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого

углеродсодержащего материала более 3 процентов по весу и/или повышенным содержанием флюса.

[0019] В другом иллюстративном варианте осуществления система для получения горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала и/или флюса содержит: шахтную печь установки прямого восстановления, выполненную с возможностью восстановления оксида железа с помощью восстановительного газа; машину для производства горячих брикетов выполненную с возможностью получения горячебрикетированного железа; желоб, присоединенный между а) разгрузочным выходом шахтной печи для выгрузки горячего железа прямого восстановления и входом машины для производства горячих брикетов; и твердый углеродсодержащий материал и/или флюс, приспособленный для добавления к выгружаемому горячему железу прямого восстановления из шахтной печи для получения смеси выгружаемого горячего железа прямого восстановления и твердого углеродсодержащего материала и/или флюса перед подачей в машину для производства горячих брикетов. Смесь приспособлена для обработки в машине для производства горячих брикетов с получением продукта из горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала приблизительно более 3 процентов по весу и/или повышенным содержанием флюса.

Краткое описание графических материалов

[0020] Настоящее изобретение проиллюстрировано и описано здесь со ссылкой на различные графические материалы, на которых одинаковые ссылочные позиции использованы для обозначения одинаковых этапов способа / компонентов системы / компонентов устройства в соответствующих случаях и на которых:

[0021] на фиг. 1 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в систему рециркуляции мелких частиц НВІ, где углерод и/или флюс перемешивают с мелкими частицами НВІ для переработки в машине НВ, согласно настоящему изобретению.

[0022] На фиг. 2 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в НРD (hot product distributor, распределитель горячего продукта) на производственной установке НВІ, согласно настоящему изобретению;

[0023] на фиг. 3 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в HPD (распределитель горячего продукта) на производственной установке HBI, показывающей расположение HPD по высоте, показанное на фиг. 2, согласно настоящему изобретению;

[0024] на фиг. 4 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса на ветви подачи машины HB на производственной установке HBI, согласно настоящему изобретению;

[0025] на фиг. 5 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в систему подачи машины HB на производственной установке HBI, согласно настоящему изобретению;

[0026] на фиг. 6 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в систему подачи машины HB на производственной установке HBI, где показаны дополнительные детали по фиг. 5, согласно настоящему изобретению; и

[0027] на фиг. 7 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса, включая варианты поддержания фракции мелких частиц HDRI для повышения прочности HDRI, согласно настоящему изобретению.

Подробное описание

[0028] Как отмечалось, в различных вариантах осуществления настоящее изобретение относится в общем к области DRI и плавки стали. Более конкретно, настоящее изобретение относится к способу и системе для получения HBI, перемешанного с твердым углеродсодержащим материалом и/или флюсом, который предпочтительно является исходным сырьем для последующего процесса плавки DRI. Общее преимущество заключается в том, что HBI позволяет удерживать желаемое количество углерода и/или флюса, необходимое, например, для последующей плавки, так что это

может повысить выход углерода и/или флюса за счет исключения или уменьшения количества добавления извне углерода и/или флюса в плавильном аппарате.

[0029] Со ссылкой далее конкретно на фиг. 1, на которой показано схематическое изображение способа/системы 20 по настоящему изобретению в одном примерном варианте осуществления, углерод и флюс подают в смеситель 14 углерода/флюса, расположенный в системе 22 рециркуляции мелких частиц НВІ, где углерод и/или флюс перемешивают с мелкими частицами НВІ для переработки в машине 9 НВ с помощью конвейера 11 для переработки мелких частиц НВ.

[0030] Следует отметить, что углерод в контексте данного документа может содержать твердый углеродсодержащий материал, такой как коксовый шлак, уголь, биоуголь и так далее, а флюс в контексте данного документа может содержать известь, доломит и так далее, как широко известно в данной области техники.

[0031] Как показано на фиг. 1, оксид 21 железа, обычно в виде гранул, подают сверху шахтной печи 1 прямого восстановления, а HDRI выгружают снизу через разгрузочный выход и через желоб или нижний шлюзовый затвор 2 шахтной печи, который может герметизировать шахтную печь 1. HDRI переносят в машину 9 НВ через камеру 3 (PDC) выгрузки продукта, распределитель горячего продукта или отводящее устройство горячего продукта (HPD) 5, ветвь 6 подачи брикетов и шнек 8 подачи брикетов.

[0032] PDC 3 может предпочтительно отсеивать нежелательные крупные куски, которые могут повредить машину 9 НВ, с использованием подходящей сетки или другого устройства просеивания.

[0033] HPD 5 распределяет HDRI на каждую ветвь 6 подачи брикетов, которая передает HDRI на шнек 8 подачи брикетов для каждой машины 9 НВ. В связи с этим, в то время как две машины 9 НВ, два шнека 8 подачи брикетов и две ветви 6 подачи брикетов показаны на фиг. 1, любое подходящее, желаемое количество может быть использовано по мере необходимости, например, в отношении производства, ограничения пространства и так далее. Шнек 8 подачи брикетов перемешивает и выталкивает HDRI, выгружаемый из шахтной печи 1, и мелкие частицы НВІ, перерабатываемые из системы 22 рециркуляции мелких частиц НВІ, в машину 9 НВ. Машина 9 НВ прессует смесь подаваемого материала, например, двумя валками, для получения агломератов

HDRI из HBI, имеющих обычно подушкообразную форму. Продукт машины 9 НВ затем обрабатывается с помощью устройства 10 просеивания горячего брикетирования, и после этого, например, любой крупногабаритный продукт 24 HBI может быть охлажден и затем отправлен, например, получателю или подан в плавильный аппарат, в то время как мелкие частицы перерабатывают в машине 9 НВ через систему 22 рециркуляции мелких частиц HBI, содержащую смеситель 14 углерода/флюса и конвейер 11 для переработки мелких частиц горячих брикетов.

[0034] В варианте осуществления по фиг. 1 углерод и/или флюс перемешивают с мелкими частицами HBI в смесителе 14 углерода/флюса посредством системы 13 подачи углерода/флюса и затем подают обратно в шнек 8 подачи брикетов для получения HBI, содержащего углерод и/или флюс. Смеситель 14 углерода/флюса может представлять собой, например, простую смесительную камеру или смеситель, оснащенные механическим смесительным устройством, таким как одна или несколько мешалок или лопаток.

[0035] Ожидается, что при добавлении углерода и/или флюса к HDRI механическая прочность HBI снизится, что может стать проблемой, когда HBI отгружают внешнему получателю. Вязкое металлическое железо в HBI сжимается и скрепляется вместе, когда машина 9 НВ уплотняет HDRI при более высокой температуре (обычно больше 650°C), что является механизмом, обеспечивающим преимущественное поддержание прочности HBI. Меньшее количество металлического железа или посторонних веществ, таких как оксид железа, пустая порода и углерод, в составе HBI снижает прочность HBI.

[0036] Следовательно, HBI с более низкой металлизацией, меньшим содержанием железа или более высоким содержанием пустой породы в общем обладает меньшей прочностью. В принципе, более высокая прочность HBI может быть достигнута для увеличения площади контакта металлического железа, но не может быть достигнута, поскольку контакт металлического железа затруднен для увеличения площади контакта между металлическим железом и углеродом/флюсом в HBI, поскольку углерод/флюс действуют как разделяющие средства и уменьшают прочность HBI.

[0037] Соответственно, для повышения прочности HBI в настоящем документе также было определено, что выгодно увеличивать мелкую фракцию HDRI или уменьшать

мелкую фракцию углерода и флюса. Более конкретно, согласно вариантам осуществления, путем тестирования было обнаружено, что доля фракции с размером мелких частиц менее 6 мм HDRI должна составлять больше 5 вес. %, более предпочтительно больше 10 вес. %. Кроме того, доля фракции мелких частиц углерода и/или флюса с размером менее 200 мкм должна составлять менее 20 вес. %, более предпочтительно менее 10 вес. %. Поэтому, в качестве варианта, мелкая фракция HDRI, углерода и/или флюса может быть отрегулирована перед перемешиванием и прессованием в машине 9 НВ для повышения прочности НВІ.

[0038] Как также показано на фиг. 1, в одном примерном варианте осуществления дробилка 4 HDRI может быть необязательно применена между PDC 3 и HPD 5 для измельчения целиком или части HDRI для увеличения доли мелкой фракции HDRI, но в целом расположение дробилки 4 HDRI также может быть в любом месте между шахтной печью 1 и машиной 9 НВ по желанию. Дробилка 4, содержащая любую подходящую обычную дробильную машину, такую как ударная дробилка или молотковая дробилка, может быть использована для регулирования размера мелких частиц до желаемого размера мелких частиц.

[0039] Таким образом, для повышения прочности НВІ мелкую фракцию углерода и/или флюса можно необязательно регулировать путем предварительной агломерации углерода и/или флюса с использованием воды и/или подходящего связующего в системе 12 приготовления углерода/флюса на фиг. 1. Подходящие связующие включают, но не ограничиваются ими, органические связующие в общем, крахмал, патоку и так далее.

[0040] Как дополнительно показано на фиг. 1, углерод и/или флюс предварительно подготавливаются в системе 12 подготовки углерода/флюса. Углерод и флюс могут быть предварительно перемешаны по желанию, когда в HDRI добавляют как углерод, так и флюс. Подготовленный углеродный и/или флюсовый материал переносят в бункер для углерода/флюса и систему 13 подачи, где углеродный и/или флюсовый материал хранят в бункере, и контролируемое количество материала выгружают из бункера с помощью питателя согласно желаемой целевой скорости перемешивания с HDRI. Скорость подачи углерода и/или флюса может линейно регулироваться в зависимости от скорости производства HDRI из шахтной печи 1 или скорости

производства HBI из машины 9 НВ, оцениваемой, например, по скорости валков и измеренной плотности HBI или непосредственному измерению веса полученного HBI.

[0041] Температуру смеси, подаваемой в машину 9 НВ, следует поддерживать, например, на уровне больше 650°C для достижения желаемой, приемлемой плотности и прочности HBI, поскольку HBI с нежелательно низкой плотностью и прочностью может вызвать проблемы при транспортировке и хранении, особенно в случае отправки HBI внешним получателям.

[0042] Как дополнительно показано на фиг. 1, перемешанный материал, подаваемый в шнек 8 подачи брикетов для каждой машины 9 НВ, может быть необязательно предварительно нагрет с помощью предварительного нагревателя 7 ветви подачи брикетов, который может быть электрическим индукционным нагревателем или резистивным нагревателем, чтобы компенсировать любое падение температуры, возникающее в результате добавления любого холодного углерода и/или флюса. Необязательно может быть установлен предварительный нагреватель 7 подачи брикетов для переработанных мелких частиц HBI после добавления углерода и/или флюса и/или HDRI, подаваемых через ветвь 6 подачи брикетов. В качестве другой альтернативы в системе 12 подготовки углерода/флюса необязательно можно предварительно нагревать только углерод и/или флюс.

[0043] Дополнительно, HDRI также можно необязательно охлаждать при необходимости перед вхождением в дробилку 4, описанную выше. В качестве дополнительной альтернативы вместо измельчения HDRI в дробилке 4 можно было бы параллельно добавлять мелкие частицы HDRI, как далее объясняется ниже.

[0044] Со ссылкой далее на фиг. 2 и 3, на фиг. 2 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в HPD (распределитель горячего продукта) на производственной установке HBI, согласно настоящему изобретению. Подобным образом, на фиг. 3 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в HPD (распределитель горячего продукта) на производственной установке HBI, показывающее расположение HPD по высоте, показанное на фиг. 2, согласно настоящему изобретению. Более конкретно, в одном примерном варианте

осуществления, как лучше всего видно на фиг. 2, углерод и флюс, предварительно подготовленные системой 12 подготовки углерода/флюса, могут подаваться в нижнюю секцию HPD 5 для перемешивания с HDRI, выгружаемым из шахтной печи 1. Как лучше всего видно на фиг. 3, углерод и флюс будут дополнительно перемешиваться с HDRI по мере того, как оно поступает в каждую машину 9 НВ через ветвь 6 подачи брикетов и шнек 8 подачи брикетов. Таким образом, в этом варианте осуществления, даже в том случае, когда вышеописанная система 22 рециркуляции НВ мелкими частицами по фиг. 1 не применяется, углерод и флюс могут быть добавлены в HPD 5.

[0045] Следует отметить, что количество точек подачи совпадает с количеством ветвей 6 подачи брикетов, где, в случае, если желательно точное регулирование соотношения подачи для каждой машины 9 НВ, соотношение подачи углерода и флюса в каждую точку подачи можно регулировать с помощью независимой системы подачи, такой как шнековый питатель или барабанный питатель, закрепленный за каждой точкой подачи, с каскадированием выхода каждой машины 9 НВ. Или, в случае, когда точное регулирование скорости подачи для каждой машины 9 НВ не необходимо, общая скорость подачи углерода и/или флюса могут регулироваться в системе 12 подготовки углерода/флюса. Подача углерода и/или флюса в конкретную ветвь 6 подачи брикетов может быть остановлена с помощью запорного клапана 15 для углерода/флюса, когда конкретная машина 9 НВ работает на холостом ходу.

[0046] В качестве варианта, после подачи углерода и/или флюса в HPD 5, предварительный нагреватель 7 ветви подачи брикетов, аналогичный показанному на фиг. 1, может быть установлен на каждой ветви 6 подачи брикетов под HPD 5 для поддержания любой желаемой температуры подаваемой смеси в машину 9 НВ.

[0047] Со ссылкой далее на фиг. 4, на фиг. 4 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса на ветви 6 подачи машины НВ на производственной установке НВ, согласно настоящему изобретению. На фиг. 4 также проиллюстрирована примерная компоновка 60 для ветвей 6 подачи машины НВ на установке НВ. Как показано там же, в одном примерном варианте осуществления углерод и флюс, которые предварительно должны быть подготовлены системой 12 подготовки углерода/флюса, подаются через подающую трубу 16 в каждую ветвь 6 подачи брикетов. Углерод и

флюс будут дополнительно перемешиваться с HDRI по мере того, как оно будет поступать в каждую машину 9 НВ через шнек 8 подачи брикетов.

[0048] Следует отметить, что количество точек подачи совпадает с количеством ветвей 6 подачи брикетов, где в случае, если желательно точное регулирование соотношения подачи для каждой машины 9 НВ, соотношение подачи углерода и флюса в каждую точку подачи может регулироваться с помощью независимой системы подачи, такой как шнековый питатель или барабанный питатель, закрепленный за каждой точкой подачи, с каскадированием выхода каждой машины 9 НВ. Или, в случае, когда точное регулирование скорости подачи для каждой машины 9 НВ не нужны, общая скорость подачи углерода и/или флюса может регулироваться в системе 12 подготовки углерода/флюса. Подача углерода и/или флюса в конкретную ветвь 6 подачи брикетов может быть остановлена с помощью запорного клапана 15 для углерода/флюса, когда конкретная машина 9 НВ работает на холостом ходу. В качестве варианта, и как отмечалось выше, после подачи углерода и/или флюса в НРД 5 на фиг. 2 или 3 в ветвь 6 подачи брикетов на фиг. 4, предварительный нагреватель 7 ветви подачи брикетов может быть установлен на каждой ветви 6 подачи брикетов под НРД 5 для поддержания любой желаемой температуры подаваемой смеси в машину 9 НВ.

[0049] Со ссылкой далее на фиг. 5, на фиг. 5 представлено схематическое изображение расположения по высоте, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в систему подачи машины НВ на производственной установке НВІ, согласно настоящему изобретению. Подобным образом, на фиг. 6 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа добавления углерода и/или флюса в систему подачи машины НВ на производственной установке НВІ, где показаны только шнек 8 подачи брикетов и машина 9 НВ по фиг. 5, согласно настоящему изобретению.

[0050] На фиг. 5 и 6 также, в частности, проиллюстрирована система 17 подачи машины НВ. В одном примерном варианте осуществления углерод и флюс, которые предварительно должны быть подготовлены системой 12 подготовки углерода/флюса, подают через подающую трубу 19 в шнек 8 подачи брикетов для каждой машины 9 НВ через желоб или ее шнек подачи одновременно с HDRI, подаваемым через ветвь 6 подачи брикетов (обозначено 23). Таким образом, поток 23 HDRI переносится из

шахтной печи 1 через ветвь 6 подачи брикетов, и углерод и флюс будут дополнительно перемешиваться с HDRI с помощью шнека 8 подачи брикетов.

[0051] Как и раньше, количество точек подачи совпадает с количеством шнеков 8 подачи брикетов, где, в случае если необходимо точное регулирование соотношения подачи для каждой машины 9 НВ, соотношение подачи углерода и флюса в каждую точку подачи может регулироваться с помощью независимой системы подачи, такой как шнековый питатель или барабанный питатель, закрепленный за каждой точкой подачи, с каскадированием выхода каждой машины 9 НВ. Или, в случае когда точное регулирование скорости подачи для каждой машины 9 НВ не нужно, общая скорость подачи углерода и/или флюса может регулироваться в системе 12 подготовки углерода/флюса. Подача углерода и/или флюса к конкретному шнеку 8 подачи брикетов может быть остановлена с помощью запорного клапана 15 для углерода/флюса, когда конкретная машина 9 НВ работает на холостом ходу.

[0052] В качестве варианта углерод и/или флюс, подаваемые в шнек 8 подачи брикетов, могут быть предварительно нагреты с помощью электрорезистивной системы нагрева, установленной в системе 12 подготовки углерода/флюса, такой как предварительный нагреватель 7, описанный выше, перед перемешиванием с HDRI в шнеке 8 подачи брикетов.

[0053] Со ссылкой далее на фиг. 7, на фиг. 7 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вариант осуществления новой системы и способа 80 добавления углерода и/или флюса, включая варианты поддержания фракции мелких частиц HDRI для повышения прочности HDRI, согласно настоящему изобретению. Как отмечалось выше, прочность HBI может быть повышена за счет увеличения мелкой фракции HDRI перед подачей в машину 9 НВ. На фиг. 7 схематично проиллюстрировано несколько вариантов увеличения или оптимизации мелкой фракции HDRI, которые более подробно описаны ниже.

[0054] **Вариант 1.** Как также показано на фиг. 1, дробилка 4 HDRI может быть установлена между шахтной печью 1 и машиной 9 НВ для поддержания достаточного количества мелкой фракции для получения прочного HBI. Однако измельчение DRI при высокой температуре может быть технически сложным.

[0055] **Вариант 2.** Как показано позицией 26 на фиг. 7, мелкие частицы оксида могут быть перемешаны с гранулами 21 оксида железа в любом подходящем/эффективном количестве перед подачей в шахтную печь 1. Это эффективно при добавлении небольшого количества мелких частиц, однако следует отметить, что добавление слишком большого количества мелких частиц к оксиду может вызвать, например, нестабильное поступление твердого материала и неравномерное распределение газа по материалу в шахтной печи 1. Следовательно, допустимое количество добавляемых мелких частиц оксида может быть ограничено. В частности, может оказаться сложной задачей поддерживать содержание мелкой фракции HDRI выше 5 вес. % только при добавлении мелких частиц оксида.

[0056] **Вариант 3.** Этот вариант проиллюстрирован на металлических частицах или мелких частицах оксида с углеродом/флюсом 28 на фиг. 7. При наличии металлических частиц, таких как металлическая пыль из системы пылеотвода, например, для плавильной печи HDRI, HBI или DRI, металлические частицы могут быть перемешаны с углеродом и/или флюсом в системе 12 подготовки углерода/флюса. После этого смесь может подаваться на мелкие частицы HBI или HDRI, как описано выше в отношении фиг. 2–6.

[0057] **Вариант 4.** Этот вариант проиллюстрирован на фиг. 7 позицией 30. Как там показано, с разгружающей трубой 32 HDRI, часть HDRI, выгружаемая из шахтной печи 1, может быть перенаправлена в охладитель 34 DRI. Поступление/выход охлаждающего газа 44 также проиллюстрированы для применения этого варианта по желанию. Холодное DRI затем может быть выгружено устройством 36 регулирования поступления выгрузки холодного железа прямого восстановления (CDRI) и обработано дробилкой 38 CDRI или устройством 46 просеивания для получения мелких частиц 42 CDRI. Вместо измельчения HDRI, показанного в качестве варианта 1, может быть желательным получение мелких частиц CDRI с помощью такой холодной системы. Затем мелкие частицы холодного DRI могут быть смешаны с углеродом и/или флюсом в системе 12 подготовки углерода/флюса. После этого смесь может подаваться в мелкие частицы HBI или HDRI, как описано выше в отношении фиг. 2–6. Далее следует отметить, что в случае подачи холодных мелких частиц в HDRI перед машиной 9 HB, как, например, в вариантах 3 и 4, указанных выше, предпочтительно подавать более значительное количество теплоты с помощью предварительного нагревателя 7 ветви

подачи брикетов, чтобы поддерживать температуру брикетирования, как правило, больше 650°C в машине 9 НВ.

[0058] Таким образом, с учетом вышеизложенного, в настоящем документе раскрыты системы и способы, в которых, преимущественно, твердый углеродсодержащий и/или флюсовый материалы могут быть добавлены к HDRI между выгрузкой из шахтной печи и загрузкой в машину для производства горячих брикетов (НВ) для получения НВІ, например, для внешнего получателя, или последующего плавильного аппарата для получения жидкой стали или горячего металла и так далее.

[0059] Соответственно, в иллюстративном варианте осуществления способ получения горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала и/или флюса включает: предоставление шахтной печи установки прямого восстановления для восстановления оксида железа с помощью восстановительного газа; предоставление машины для производства горячих брикетов для получения горячебрикетированного железа; присоединение желоба между а) разгрузочным выходом шахтной печи для выгрузки горячего железа прямого восстановления и б) входом машины для производства горячих брикетов; добавление твердого углеродсодержащего материала и/или флюса к выгружаемому горячему железу прямого восстановления из шахтной печи для получения смеси выгружаемого горячего железа прямого восстановления и твердого углеродсодержащего материала и/или флюса перед подачей в машину для производства горячих брикетов; и обработку в машине для производства горячих брикетов для получения продукта горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала более 3 процентов по весу и/или повышенным содержанием флюса.

[0060] Способ также может включать одно или несколько из нижеследующего в любой комбинации:

i) присоединение системы переработки мелочи горячебрикетированного железа, содержащей горячебрикетированную железную мелочь, между входом и выходом машины для производства горячих брикетов; при этом твердый углеродсодержащий материал и/или флюс добавляют к горячебрикетированной мелочи в рециркуляционной

линии системы рециркуляции для обработки в машине для производства горячих брикетов;

ii) присоединение распределителя горячего продукта между выходом желоба и входом машины для производства горячих брикетов;

добавление твердого углеродсодержащего материала и/или флюса в распределитель горячего продукта для объединения с выгружаемым горячим железом прямого восстановления из шахтной печи и твердым углеродсодержащим материалом и/или флюсом перед подачей в машину для производства горячих брикетов через ветвь подачи брикетов, присоединенную между машиной для производства горячих брикетов и распределителем горячего продукта;

iv) присоединение распределителя горячего продукта между выходом желоба и входом машины для производства горячих брикетов;

присоединение ветви подачи брикетов и шнека подачи брикетов между машиной для производства горячих брикетов и распределителем горячего продукта;

при этом твердый углеродсодержащий материал и/или флюс добавляют к выгружаемому горячему железу прямого восстановления в ветвь подачи брикетов машины для производства горячих брикетов, с дополнительным перемешиванием в шнеке подачи брикетов перед входом в машину для производства горячих брикетов для агломерационной обработки;

v) при этом твердый углеродсодержащий материал и/или флюс и выгружаемое горячее железо прямого восстановления добавляют в шнек подачи брикетов, соединенный с машиной для производства горячих брикетов;

vi) подача горячего железа прямого восстановления в машину для производства горячих брикетов в виде мелкой фракции размером с размером мелких частиц менее 6 мм; и в количестве более 5 процентов по весу или более 10 процентов по весу;

vii) измельчение горячего железа прямого восстановления для увеличения доли мелкой фракции перед подачей в машину для производства горячих брикетов;

viii) получение углеродсодержащего материала и/или флюса в виде мелкой фракции с размером мелких частиц менее 200 мкм; и в количестве менее 20 процентов по весу или менее 10 процентов по весу;

ix) просеивание углеродсодержащего материала и/или флюса для уменьшения доли мелкой фракции перед смешиванием с горячим железом прямого восстановления;

x) смешивание углеродсодержащего материала и/или флюса с водой или связующим для получения агломерации и уменьшения доли мелкой фракции перед смешиванием с горячим железом прямого восстановления;

xi) предварительный нагрев с помощью предварительного нагревателя по меньшей мере одного из 1) горячего железа прямого восстановления и 2) углеродсодержащего материала и/или флюса;

xii) при этом мелкие частицы оксида и гранулы оксида железа перемешивают перед подачей в шахтную печь для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе прямого восстановления, подаваемом в машину для производства горячих брикетов;

xiii) при этом металлические частицы перемешивают с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами, а затем объединяют с горячебрикетированной мелочью или горячим железом прямого восстановления перед подачей в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм;

xiv) предоставление охладителя железа прямого восстановления, соединенного с желобом;

выгрузка части горячего железа прямого восстановления в охладитель для получения холодных мелких частиц прямого восстановления, которые затем либо 1) измельчают в дробилке и перемешивают с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами, а затем объединяют с горячим железом прямого восстановления или горячебрикетированной мелочью перед входением в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе прямого восстановления, подаваемом в машину для производства горячих брикетов; или 2) просеивают и перемешивают с

углеродсодержащим и/или флюсовым материалами, а затем объединяют с горячим железом прямого восстановления или горячебрикетированной мелочью перед вхождением в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе для брикетирования, подаваемом в машину для производства горячих брикетов.

[0061] В другом иллюстративном варианте осуществления система для получения горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала и/или флюса содержит: шахтную печь установки прямого восстановления, выполненную с возможностью восстановления оксида железа с помощью восстановительного газа; машину для производства горячих брикетов, выполненную с возможностью получения горячебрикетированного железа; желоб, присоединенный между а) разгрузочным выходом шахтной печи для выгрузки горячего железа прямого восстановления и б) входом машины для производства горячих брикетов; и твердый углеродсодержащий материал и/или флюс, приспособленный для добавления к выгружаемому горячему железу прямого восстановления из шахтной печи для получения смеси выгружаемого горячего железа прямого восстановления и твердого углеродсодержащего материала и/или флюса перед подачей в машину для производства горячих брикетов. Смесь приспособлена для обработки в машине для производства горячих брикетов с получением продукта из горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала более 3 процентов по весу и/или повышенным содержанием флюса.

[0062] Система также может содержать одно или несколько из нижеследующего в любой комбинации:

- i) систему переработки мелочи горячебрикетированного железа, содержащую горячебрикетированную железную мелочь, присоединенную между входом и выходом машины для производства горячих брикетов; при этом твердый углеродсодержащий материал и/или флюс приспособлены для добавления к горячебрикетированной мелочи в рециркуляционную линию системы рециркуляции для обработки в машине для производства горячих брикетов;
- ii) распределитель горячего продукта между выходом желоба и входом машины для производства горячих брикетов;

при этом твердый углеродсодержащий материал и/или флюс приспособлены для добавления в распределитель горячего продукта для объединения с выгружаемым горячим железом прямого восстановления из шахты и твердым углеродсодержащим материалом и/или флюсом перед подачей в машину для производства горячих брикетов через ветвь подачи брикетов, присоединенную между машиной для производства горячих брикетов и распределителем горячего продукта;

iii) распределитель горячего продукта, присоединенный между выходом желоба и входом машины для производства горячих брикетов;

ветвь подачи брикетов и шнек подачи брикетов, присоединенные между машиной для производства горячих брикетов и распределителем горячего продукта;

при этом твердый углеродсодержащий материал и/или флюс приспособлены для добавления к выгружаемому горячему железу прямого восстановления в ветвь подачи брикетов машины для производства горячих брикетов, которая выполнена с возможностью дальнейшего перемешивания в шнеке подачи брикетов перед входом в машину для производства горячих брикетов для агломерационной обработки;

iv) при этом твердый углеродсодержащий материал и/или флюс и выгружаемое горячее железо прямого восстановления приспособлены для добавления в шнек подачи брикетов, присоединенный к машине для производства горячих брикетов;

v) при этом горячее железо прямого восстановления приспособлено для подачи в машину для производства горячих брикетов в виде мелкой фракции размером с размером мелких частиц менее 6 мм; и в количестве более 5 процентов по весу или более 10 процентов по весу;

vi) дробилку, выполненную с возможностью измельчения горячего железа прямого восстановления для увеличения доли мелкой фракции перед подачей в машину для производства горячих брикетов;

vii) при этом углеродсодержащий материал и/или флюс имеют мелкую фракцию с размером мелких частиц менее 200 мм; и в количестве менее 20 процентов по весу или менее 10 процентов по весу;

viii) устройство просеивания, выполненное с возможностью просеивания углеродсодержащего материала и/или флюса для уменьшения доли мелкой фракции перед смешиванием с горячим железом прямого восстановления;

ix) предварительный нагреватель, выполненный с возможностью предварительного нагрева по меньшей мере одного из 1) горячего железа прямого восстановления и 2) углеродсодержащего материала и/или флюса;

x) при этом предварительный нагреватель представляет собой электрический нагреватель, установленный на ветви подачи брикетов, присоединенной к машине для производства горячих брикетов;

xi) предварительный нагреватель, выполненный с возможностью предварительного нагрева горячебрикетированной мелочи после смешивания углеродсодержащего материала и/или флюса в рециркуляционной линии, или углеродсодержащего материала и/или флюса перед добавлением к переработанной горячебрикетированной мелочи;

xii) систему подготовки, хранения и подачи углеродсодержащего материала и/или флюса для получения углеродсодержащего материала и/или флюса, добавляемых к горячебрикетированной мелочи в системе рециркуляции;

xiii) смесительное устройство по меньшей мере с одной мешалкой или лопаткой для смешивания углеродсодержащего материала и/или флюса с переработанной мелкой фракцией горячего железа для брикетирования;

xiv) охладитель железа прямого восстановления, присоединенный к желобу;

дробилку или устройство просеивания, присоединенные к охладителю железа прямого восстановления;

при этом часть выгружаемого горячего железа прямого восстановления приспособлена для направления в охладитель железа прямого восстановления для получения охлажденных мелких частиц прямого восстановления, приспособленных затем либо 1) к измельчению в дробилке и перемешиванию с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами, а затем объединения с горячим железом прямого восстановления или горячебрикетированной мелочью перед входением в машину для производства

горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе для брикетирования, приспособленном для подачи в машину для производства горячих брикетов; или 2) просеивания в устройстве просеивания и перемешивания с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами; а затем объединения с горячим железом прямого восстановления или горячебрикетированной мелочью перед вхождением в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе для брикетирования, приспособленном для подачи в машину для производства горячих брикетов.

[0063] Хотя настоящее изобретение проиллюстрировано и описано со ссылкой на его предпочтительные варианты осуществления и конкретные их примеры, специалистам в данной области техники будет очевидно, что другие варианты осуществления и примеры могут выполнять подобные функции и/или достигать подобных результатов. Все такие эквивалентные варианты осуществления и примеры находятся в рамках идеи и объема настоящего изобретения и предусмотрены им, и предполагается, что они охватываются следующей формулой изобретения. Кроме того, все элементы и признаки, описанные в данном документе, могут быть использованы в любой комбинации в вариантах осуществления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала и/или флюса, включающий:

предоставление шахтной печи установки прямого восстановления для восстановления оксида железа с помощью восстановительного газа;

предоставление машины для производства горячих брикетов для получения горячебрикетированного железа;

присоединение желоба между а) разгрузочным выходом шахтной печи для выгрузки горячего железа прямого восстановления и б) входом машины для производства горячих брикетов;

добавление твердого углеродсодержащего материала и/или флюса к выгружаемому горячему железу прямого восстановления из шахтной печи для получения смеси выгружаемого горячего железа прямого восстановления и твердого углеродсодержащего материала и/или флюса перед подачей в машину для производства горячих брикетов; и

обработку в машине для производства горячих брикетов для получения продукта горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала более 3 процентов по весу и/или повышенным содержанием флюса для достижения основности шлака (C/S), необходимой для процесса плавки DRI.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что дополнительно включает:

присоединение системы переработки мелочи горячебрикетированного железа, содержащей горячебрикетированную железную мелочь, между входом и выходом машины для производства горячих брикетов; при этом твердый углеродсодержащий материал и/или флюс добавляют к горячебрикетированной мелочи в рециркуляционной линии системы рециркуляции для обработки в машине для производства горячих брикетов.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что дополнительно включает:

присоединение распределителя горячего продукта между выходом желоба и входом машины для производства горячих брикетов;

добавление твердого углеродсодержащего материала и/или флюса в распределитель горячего продукта для объединения с выгружаемым горячим железом прямого восстановления из шахтной печи и твердым углеродсодержащим материалом и/или флюсом перед подачей в машину для производства горячих брикетов через ветвь подачи брикетов, присоединенную между машиной для производства горячих брикетов и распределителем горячего продукта.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что дополнительно включает:

присоединение распределителя горячего продукта между выходом желоба и входом машины для производства горячих брикетов;

присоединение ветви подачи брикетов и шнека подачи брикетов между машиной для производства горячих брикетов и распределителем горячего продукта;

причем твердый углеродсодержащий материал и/или флюс добавляют к выгружаемому горячему железу прямого восстановления в ветвь подачи брикетов машины для производства горячих брикетов, с дополнительным перемешиванием в шнеке подачи брикетов перед входом в машину для производства горячих брикетов для агломерационной обработки.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что твердый углеродсодержащий материал и/или флюс и выгружаемое горячее железо прямого восстановления добавляют в шнек подачи брикетов, присоединенный к машине для производства горячих брикетов.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что включает подачу горячего железа прямого восстановления в машину для производства горячих брикетов в виде мелкой фракции размером с размером мелких частиц менее 6 мм; и в количестве более 5 процентов по весу или более 10 процентов по весу.

7. Способ по п. 6, отличающийся тем, что включает измельчение горячего железа прямого восстановления для увеличения доли мелкой фракции перед подачей в машину для производства горячих брикетов.

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что включает получение углеродсодержащего материала и/или флюса в виде мелкой фракции с размером мелких частиц менее 200 мкм; и в количестве менее 20 процентов по весу или менее 10 процентов по весу.

9. Способ по п. 8, отличающийся тем, что включает просеивание углеродсодержащего материала и/или флюса для уменьшения доли мелкой фракции перед смешиванием с горячим железом прямого восстановления.

10. Способ по п. 8, отличающийся тем, что включает смешивание углеродсодержащего материала и/или флюса с водой или связующим для получения агломерации и уменьшения доли мелкой фракции перед смешиванием с горячим железом прямого восстановления.

11. Способ по п. 1, отличающийся тем, что включает предварительный нагрев с помощью предварительного нагревателя по меньшей мере одного из 1) горячего железа прямого восстановления и 2) углеродсодержащего материала и/или флюса.

12. Способ по п. 6, отличающийся тем, что мелкие частицы оксида и гранулы оксида железа перемешивают перед подачей в шахтную печь для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мкм в горячем железе прямого восстановления, подаваемом в машину для производства горячих брикетов.

13. Способ по п. 6, отличающийся тем, что металлические частицы перемешивают с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами, а затем объединяют с горячбрикетированной мелочью или горячим железом прямого восстановления перед подачей в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мкм.

14. Способ по п. 6, отличающийся тем, что включает:

предоставление охладителя железа прямого восстановления, присоединенного к желобу;

выгрузку части горячего железа прямого восстановления в охладитель для получения холодных мелких частиц прямого восстановления, которые затем либо 1) измельчают в дробилке и перемешивают с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами, а

затем объединяют с горячим железом прямого восстановления или горячебрикетированной мелочью перед вхождением в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе прямого восстановления, подаваемом в машину для производства горячих брикетов; или 2) просеивают и перемешивают с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами, а затем объединяют с горячим железом прямого восстановления или горячебрикетированной мелочью перед вхождением в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе для брикетирования, подаваемом в машину для производства горячих брикетов.

15. Система для получения горячего брикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала и/или флюса, содержащая:

шахтную печь установки прямого восстановления, выполненную с возможностью восстановления оксида железа с помощью восстановительного газа;

машину для производства горячих брикетов, выполненную с возможностью получения горячебрикетированного железа;

желоб, присоединенный между а) разгрузочным выходом шахтной печи для выгрузки горячего железа прямого восстановления и б) входом машины для производства горячих брикетов;

твердый углеродсодержащий материал и/или флюс, приспособленные для добавления к выгружаемому горячему железу прямого восстановления из шахтной печи для получения смеси выгружаемого горячего железа прямого восстановления и твердого углеродсодержащего материала и/или флюса перед подачей в машину для производства горячих брикетов; и

при этом смесь приспособлена для обработки в машине для производства горячих брикетов с получением продукта из горячебрикетированного железа с повышенным содержанием твердого углеродсодержащего материала более 3 процентов по весу и/или повышенным содержанием флюса для достижения основности шлака (C/S), необходимой для процесса плавки DRI.

16. Система по п. 15, отличающаяся тем, что дополнительно содержит:

систему переработки мелочи горячебрикетированного железа, содержащую горячебрикетированную железную мелочь, присоединенную между входом и выходом машины для производства горячих брикетов; причем твердый углеродсодержащий материал и/или флюс приспособлены для добавления к горячебрикетированной мелочи в рециркуляционную линию системы рециркуляции для обработки в машине для производства горячих брикетов.

17. Система по п. 15, отличающаяся тем, что дополнительно содержит:

распределитель горячего продукта между выходом желоба и входом машины для производства горячих брикетов;

причем твердый углеродсодержащий материал и/или флюс приспособлены для добавления в распределитель горячего продукта для объединения с выгружаемым горячим железом прямого восстановления из шахты и твердым углеродсодержащим материалом и/или флюсом перед подачей в машину для производства горячих брикетов через ветвь подачи брикетов, присоединенную между машиной для производства горячих брикетов и распределителем горячего продукта.

18. Система по п. 15, отличающаяся тем, что дополнительно содержит:

распределитель горячего продукта, присоединенный между выходом желоба и входом машины для производства горячих брикетов;

ветвь подачи брикетов и шнек подачи брикетов, присоединенные между машиной для производства горячих брикетов и распределителем горячего продукта;

причем твердый углеродсодержащий материал и/или флюс приспособлены для добавления к выгружаемому горячему железу прямого восстановления в ветвь подачи брикетов машины для производства горячих брикетов, которая выполнена с возможностью дальнейшего перемешивания в шнеке подачи брикетов перед входом в машину для производства горячих брикетов для агломерационной обработки.

19. Система по п. 15, отличающаяся тем, что твердый углеродсодержащий материал и/или флюс и выгружаемое горячее железо прямого восстановления приспособлены для добавления в шнек подачи брикетов, соединенный с машиной для производства горячих брикетов.

20. Система по п. 15, отличающаяся тем, что горячее железо прямого восстановления приспособлено для подачи в машину для производства горячих брикетов в виде мелкой фракции размером с размером мелких частиц менее 6 мм; и более 5 процентов по весу или более 10 процентов по весу.

21. Система по п. 20, отличающаяся тем, что содержит дробилку, выполненную с возможностью измельчения горячего железа прямого восстановления для увеличения доли мелкой фракции перед подачей в машину для производства горячих брикетов.

22. Система по п. 15, отличающаяся тем, что углеродсодержащий материал и/или флюс имеют мелкую фракцию с размером мелких частиц менее 200 мм; и в количестве менее 20 процентов по весу или менее 10 процентов по весу.

23. Система по п. 22, отличающаяся тем, что устройство просеивания выполнено с возможностью просеивания углеродсодержащего материала и/или флюса для уменьшения доли мелкой фракции перед смешиванием с горячим железом прямого восстановления.

24. Система по п. 15, отличающаяся тем, что предварительный нагреватель выполнен с возможностью предварительного нагрева по меньшей мере одного из 1) горячего железа прямого восстановления и 2) углеродсодержащего материала и/или флюса.

25. Система по п. 24, отличающаяся тем, что предварительный нагреватель представляет собой электрический нагреватель, установленный на ветви подачи брикетов, соединенной с машиной для производства горячих брикетов.

26. Система по п. 16, отличающаяся тем, что дополнительно содержит предварительный нагреватель, выполненный с возможностью предварительного нагрева горячебрикетированной мелочи после смешивания углеродсодержащего материала и/или флюса в рециркуляционной линии, или углеродсодержащего материала и/или флюса перед добавлением к переработанной горячебрикетированной мелочи.

27. Система по п. 16, отличающаяся тем, что дополнительно содержит систему подготовки, хранения и подачи углеродсодержащего материала и/или флюса для

получения углеродсодержащего материала и/или флюса, добавляемых к горячебрикетированной мелочи в системе рециркуляции.

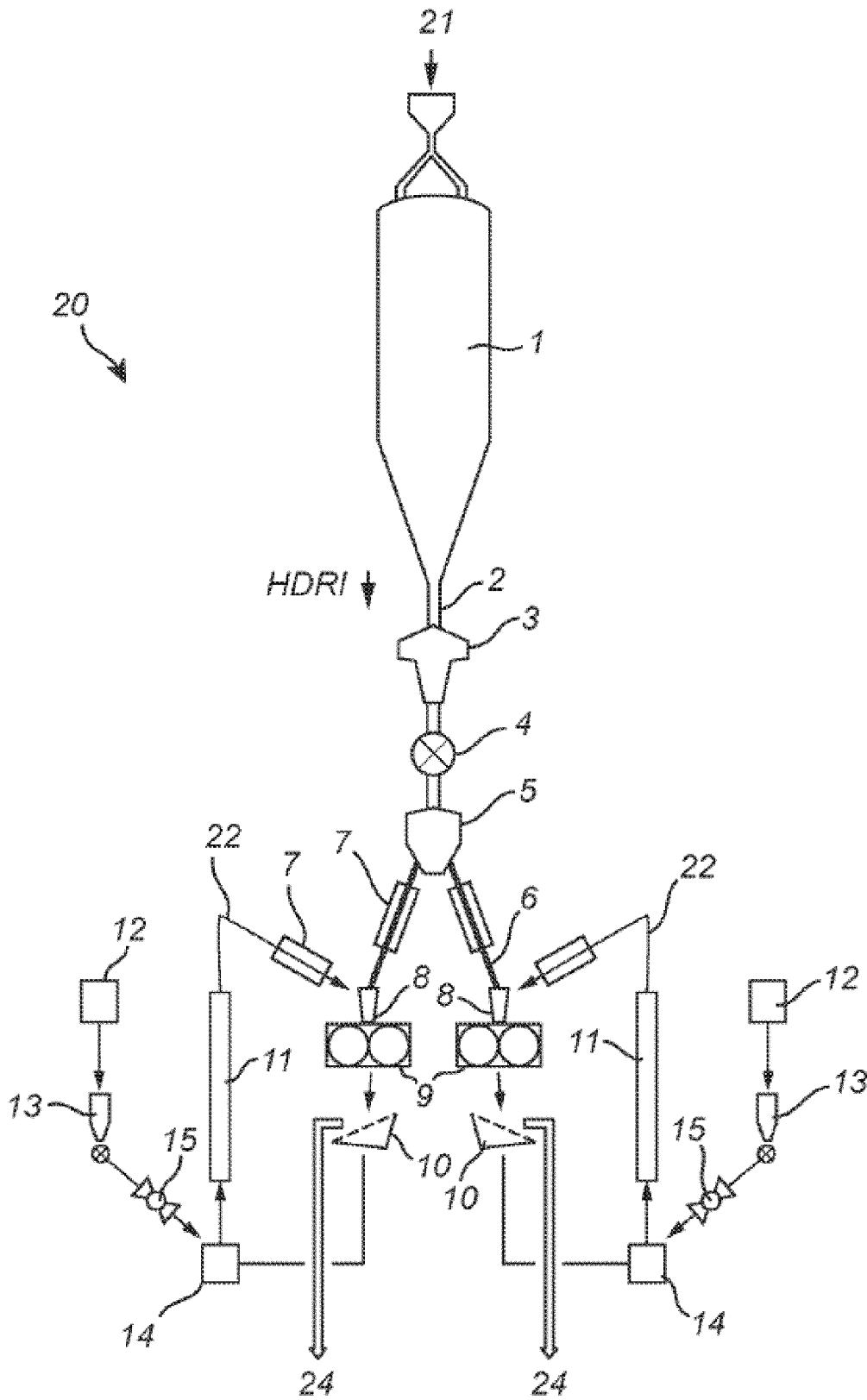
28. Система по п. 27, отличающаяся тем, что дополнительно содержит смесительное устройство с по меньшей мере одной мешалкой или лопаткой для смешивания углеродсодержащего материала и/или флюса с переработанной мелкой фракцией горячего железа для брикетирования.

29. Система по п. 15, отличающаяся тем, что дополнительно содержит:

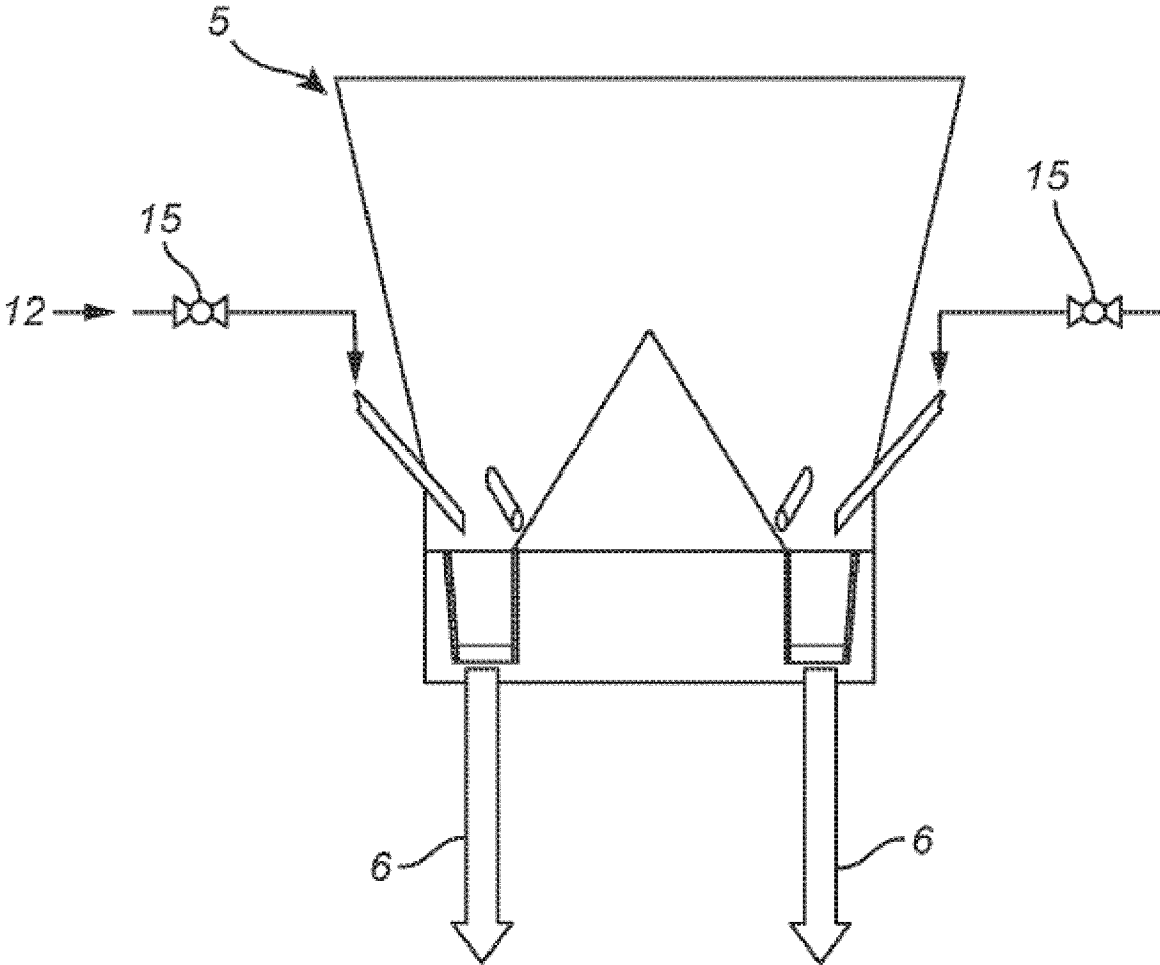
охладитель железа прямого восстановления, соединенный с желобом;

дробилку или устройство просеивания, соединенные с охладителем железа прямого восстановления;

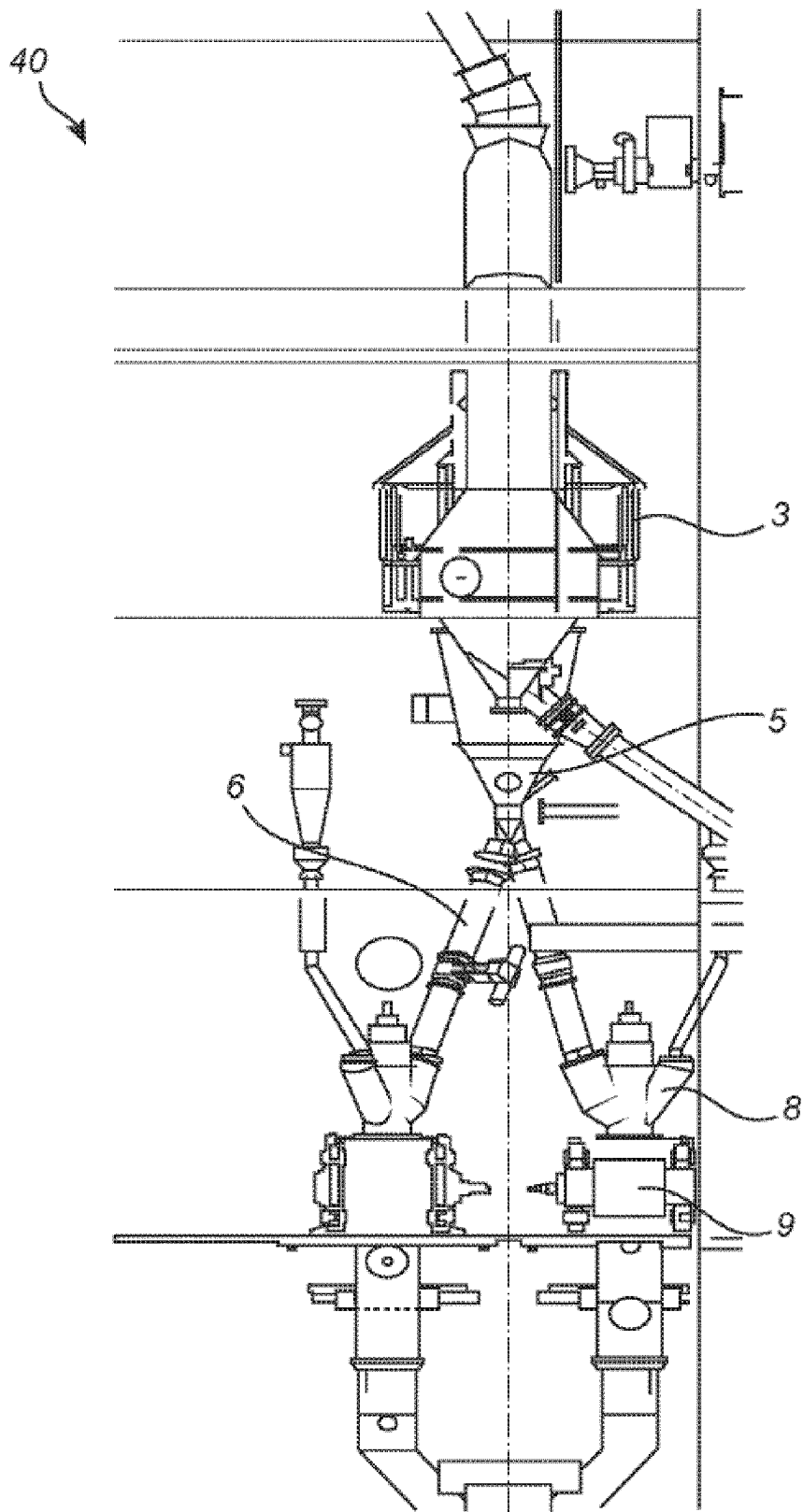
при этом часть выгружаемого горячего железа прямого восстановления приспособлена для направления в охладитель железа прямого восстановления для получения охлажденных мелких частиц прямого восстановления, приспособленных затем для: 1) измельчения в дробилке и перемешивания с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами, а затем объединения с горячим железом прямого восстановления или горячебрикетированной мелочью перед вхождением в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе для брикетирования, приспособленным для подачи в машину для производства горячих брикетов; или 2) просеивания в устройстве просеивания и перемешивания с углеродсодержащим и/или флюсовым материалами; а затем объединения с горячим железом прямого восстановления или горячебрикетированной мелочью перед вхождением в машину для производства горячих брикетов для увеличения доли мелкой фракции с размером мелких частиц менее 6 мм в горячем железе для брикетирования, приспособленном для подачи в машину для производства горячих брикетов.



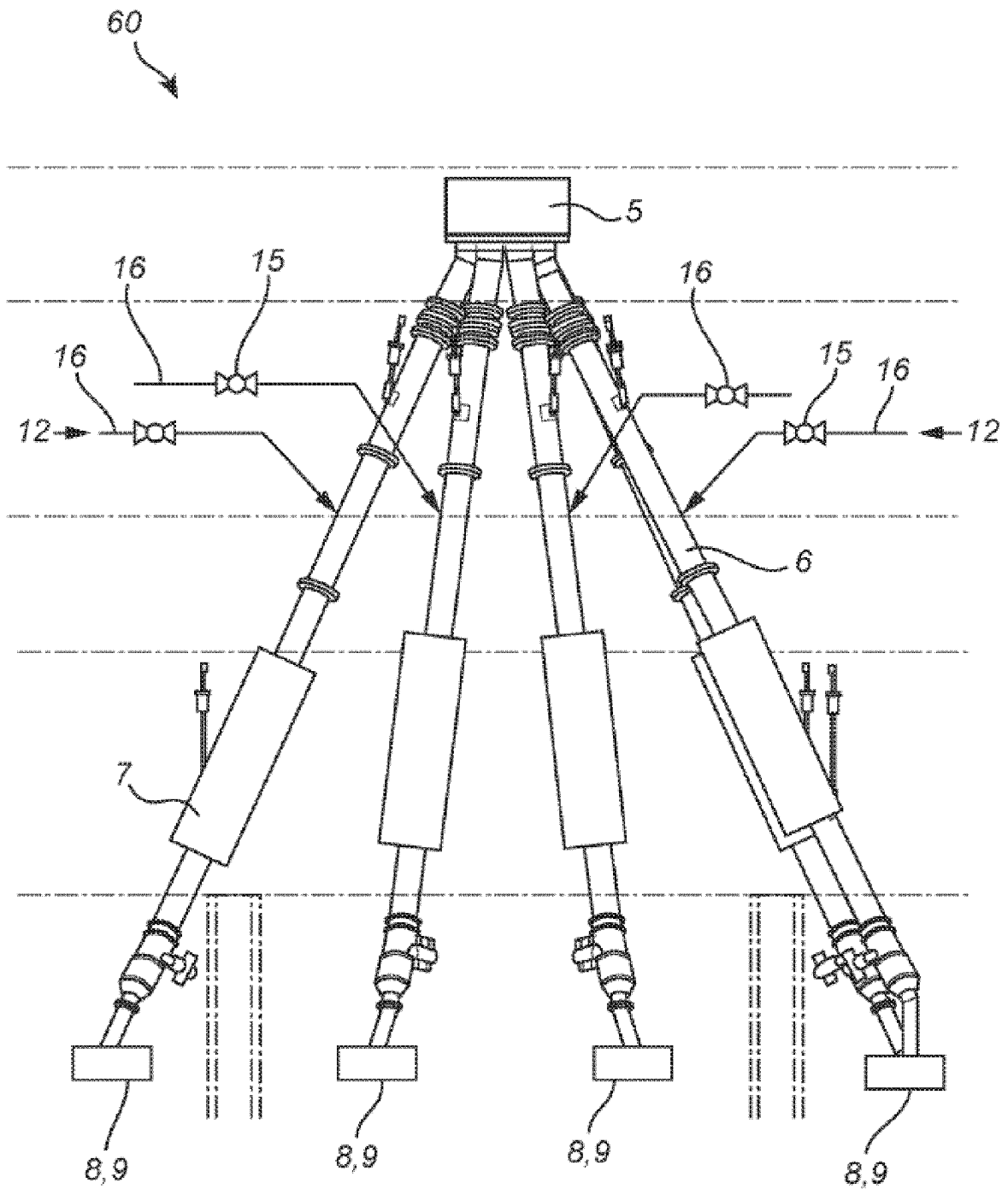
Фиг. 1



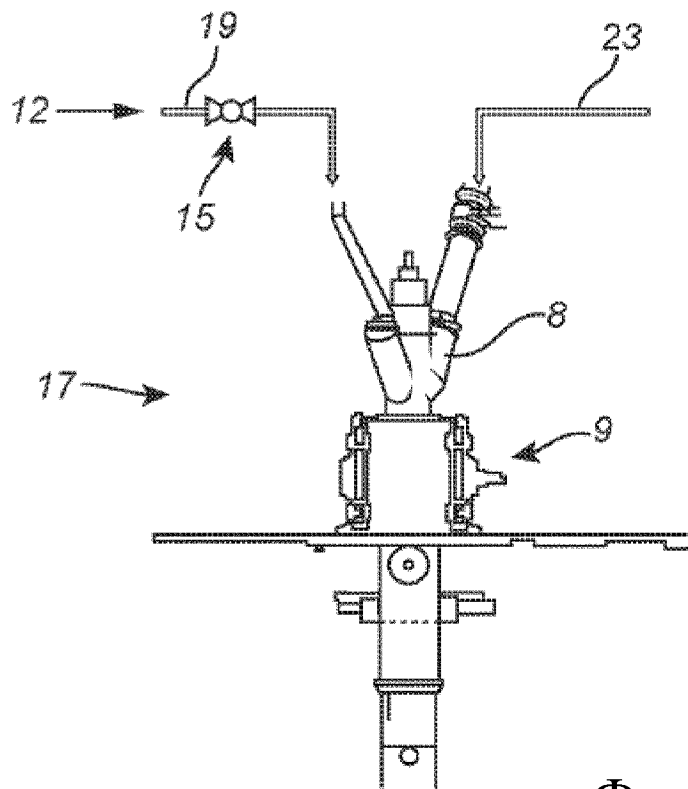
Фиг. 2



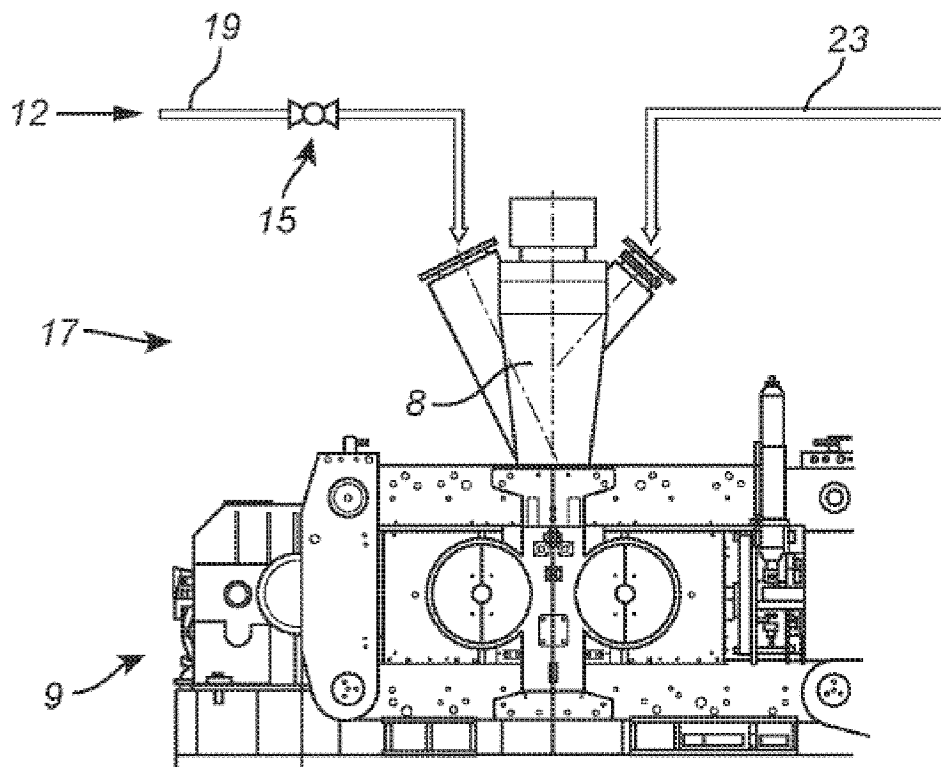
Фиг. 3



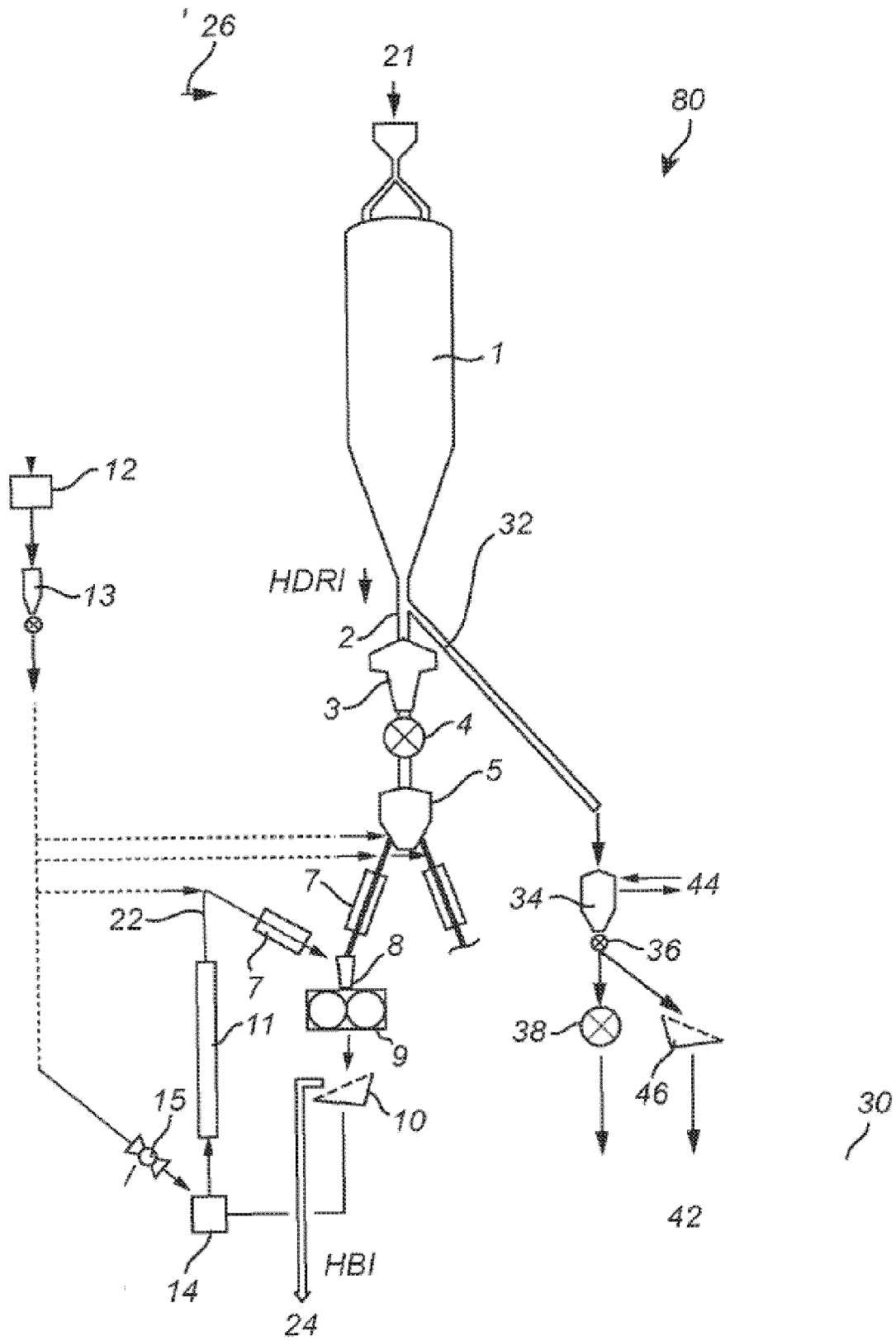
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7