

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033946**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.12

(51) Int. Cl. **C22B 47/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201891065

(22) Дата подачи заявки
2016.11.23

**(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА И ПЛАВКИ
АГЛОМЕРАТА МАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ**

(31) **20155868**

(32) **2015.11.24**

(33) **FI**

(43) **2018.11.30**

(86) **PCT/FI2016/050821**

(87) **WO 2017/089651 2017.06.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
Крогерус Хельге, Мякеля Паси (FI)

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

(56) US-A-4529439

E.C. VANDERSTAAY ET AL.: "A computational thermodynamics model of submerged arc electric furnace ferromanganese smelting", TRANSACTIONS - INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY. SECTION C.MINERAL PROCESSING AND EXTRACTIVE METALLURGY, vol. 113, no. 1, 18 April 2004 (2004-04-18), pages 38-44, XP055341205, GB, ISSN: 0371-9553, DOI: 10.1179/037195504225004706, the whole document

US-A-4307872

(57) Описаны способ и устройство для предварительного нагрева и плавки агломерата марганцевой руды. Способ включает подачу исходной смеси (1), содержащей агломерат (2) марганцевой руды, восстанавливающий агент (3) и флюсующую добавку (4), в дуговую электропечь (5) с закрытой дугой; плавление исходной смеси (1) с образованием слоя, содержащего жидкий сплав марганца, и слоя, содержащего шлак; отбор жидкого марганца и при выпуске содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа (6) сжигание содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа (6) в присутствии кислорода, например воздуха, в горелке (7) с образованием содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа (9); нагревание указанной исходной смеси (1) в бункере (8) предварительной обработки указанным, содержащим диоксид углерода углеродсодержащим газом (9) перед подачей указанной исходной смеси (1) в дуговую электропечь (5) с закрытой дугой.

B1

033946

033946

B1

Область техники

Данное изобретение относится к способу предварительного нагрева и плавки агломерата марганцевой руды, как определено в преамбуле независимого п.1 формулы изобретения.

Также данное изобретение относится к устройству для предварительного нагрева и плавки агломерата марганцевой руды, как определено в преамбуле независимого п.14 формулы изобретения.

Цель изобретения

Целью данного изобретения является обеспечение способа и устройства для энергетически эффективной плавки агломерата марганцевой руды.

Краткое описание изобретения

Способ предварительного нагрева и плавки агломерата марганцевой руды отличается тем, что определено в независимом п.1 формулы изобретения.

Предпочтительные примеры воплощения данного способа определены в зависимых пп.2-13.

Устройство для предварительного нагрева и плавки агломерата марганцевой руды отличается соответственно тем, что определено в независимом п.14.

Предпочтительные примеры воплощения данного устройства определены в зависимых пп.15-26.

Данное изобретение основано на предварительном нагреве исходной смеси, содержащей, по меньшей мере, агломерат марганцевой руды и восстанавливающий агент для устранения влаги из исходной смеси и предварительного нагрева исходной смеси до такой высокой температуры, которой можно достичь без горения или потери углерода в восстанавливающем агенте, который необходим в исходной смеси для целей восстановления.

При предварительном нагреве содержащей марганец руды лимитирующим фактором являются потребляющие углерод реакции, особенно реакция Будуара ($C(тв.) + CO_2(г) \leftrightarrow 2CO(г)$). Также протекает реакция образования водяного газа, $H_2O + C \rightarrow H_2 + CO$. Таким образом, при предварительном нагреве локальная температура в бункере предварительной обработки может составлять не выше 600-700°C в зависимости от реакционной способности углерода в восстанавливающем агенте исходной смеси. Средняя температура горячей загрузки в электрическую печь обычно составляет ниже 600°C.

Предварительный нагрев исходной смеси экономит электрическую энергию в дуговой электропечи с закрытой дугой, улучшает ее работу, повышает производительность и безопасность плавки путем предотвращения реакции между углеродом и кислородом в исходной смеси и, таким образом, предотвращает неконтролируемое повышение температуры и, возможно, взрывы.

Перечень чертежей

Далее способ и устройство для предварительного нагрева и плавки агломерата марганцевой руды описаны более подробно, со ссылкой на чертежи, в которых

фиг. 1 изображает технологическую схему первого примера воплощения и

фиг. 2 изображает технологическую схему второго примера воплощения.

Подробное описание изобретения

Сначала будут более подробно описаны способ предварительного нагрева подвергаемого плавке агломерата марганцевой руды и некоторые предпочтительные примеры воплощения и варианты этого способа.

Данный способ включает стадию подачи исходной смеси 1, включающей по меньшей мере агломерат 2 марганцевой руды, восстанавливающий агент 3 и флюсующую добавку 4, в дуговую электропечь 5 с закрытой дугой.

Данный способ включает стадию плавления указанной исходной смеси 1 в дуговой электропечи 5 с закрытой дугой с получением слоя, содержащего жидкий сплав марганца (не показан на чертежах), и слоя, содержащего шлак (не показан на чертежах), находящегося над слоем, содержащим жидкий сплав марганца.

Способ включает стадию отбора жидкого сплава марганца и шлака, по отдельности или одновременно, из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой.

Способ включает первую стадию выпуска для выпуска содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа 6 из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой.

Способ включает стадию сжигания содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа 6, выпущенного на первой стадии выпуска из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой, в присутствии кислорода, например воздуха, в горелке 7, с получением содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9.

Стадия подачи по данному способу включает стадию нагрева указанной исходной смеси 1 указанным содержащим диоксид углерода углеродсодержащим газом 9, образованным на стадии сжигания, в бункере 8 предварительной обработки, перед подачей исходной смеси 1 в дуговую электропечь 5 с закрытой дугой.

Дуговая электропечь 5 с закрытой дугой, которую используют в данном способе, предпочтительно представляет собой работающую на переменном токе (АС) дуговую электропечь 5 с закрытой дугой.

Горелка 7 предпочтительно соединена с бункером 8 предварительной обработки, а бункер 8 пред-

варительной обработки предпочтительно соединен с дуговой электропечью 5 с закрытой дугой, так что предотвращено поступление газов, например кислорода, из окружающей среды в горелку 7, бункер 8 предварительной обработки и дуговую электропечь 5 с закрытой дугой, чтобы избежать неконтролируемых реакций указанного исходного материала 1.

Размер частиц агломерата 2 марганцевой руды может составлять от 6 до 75 мм.

Способ может включать нагревание исходной смеси 1 на стадии нагрева до температуры в диапазоне от 400 до 700°C, предпочтительно до температуры от 500 до 650°C.

Способ включает, предпочтительно, но не обязательно, регулирование температуры указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, который используют на стадии нагрева. Температуру указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, который используют на стадии нагрева, можно регулировать до значения в диапазоне от 600 до 900°C.

В горелке 7 содержащий монооксид углерода углеродсодержащий газ 6, полученный из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой, предпочтительно сжигают при соотношении с воздухом ниже 1, например от 0,9 до 0,95. Содержание кислорода (O₂) в содержащем диоксид углерода углеродсодержащем газе 9, полученном на стадии сжигания, должно быть очень низким, чтобы свести к минимуму окисление углерода в исходной смеси 1. Содержание монооксида углерода (CO) и водорода (H₂) в содержащем диоксид углерода углеродсодержащем газе 9, полученном на стадии сжигания, должно быть очень низким во избежание взрывов в газовых линиях, особенно между горелкой 7 и бункером 8 предварительной обработки или в бункере 8 предварительной обработки.

На стадии сжигания данный способ может включать сжигание содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа 6, выпущенного из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой, посредством бутана.

На стадии сжигания данный способ может включать сжигание содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа 6, выпущенного из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой, посредством газообразного CO или, например, бутана (C₄H₁₀), так, чтобы молярное отношение воздуха к бутану составляло в диапазоне от 0,9 до 0,95.

Содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ 9, который получают на стадии сжигания и который используют на стадии нагрева, может содержать, в об. %

CO₂: от 25 до 35%,
 N₂: от 50 до 65%,
 H₂O: от 3 до 8% H₂O,
 O₂: менее 1%,
 H₂: менее 1%, и
 CO: менее 2%.

Стадия нагрева предпочтительно включает нагревание указанной исходной смеси 1 посредством подачи указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, полученного на стадии сжигания, в бункер 8 предварительной обработки. В таком случае стадия нагрева предпочтительно включает подачу указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, полученного на стадии сжигания, снизу в бункер 8 предварительной обработки, так что содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ 9 протекает в направлении, противоположном направлению движения исходной смеси в бункере 8 предварительной обработки, то есть снизу вверх.

Данный способ может, как показано на фиг. 2, включать первую стадию очистки в скруббере содержащего монооксид углерода газа 6, выпущенного из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой. Это происходит перед сжиганием содержащего монооксид углерода газа 6 в горелке 7.

Данный способ может, как показано на фиг. 2, включать вторую стадию выпуска для выпуска содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9 из бункера 8 предварительной обработки и для подачи содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, выпущенного из бункера 8 предварительной обработки, в горелку 7 и/или в содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ 9, образованный на стадии сжигания посредством горелки 7, для регулирования температуры содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, полученного на стадии сжигания. В этом случае данный способ может включать вторую стадию очистки в скруббере для очистки во втором скруббере 11 содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, выпущенного на второй стадии выпуска из бункера 8 предварительной обработки.

Восстанавливающий агент 3 исходной смеси 1 может содержать углеродсодержащий материал, например металлургический кокс, антрацит или древесный уголь.

Флюсующая добавка 4 исходной смеси может содержать, например, кальцит, крупнокусковую обожженную известь, кварц, доломит.

Химический анализ агломерата 2 марганцевой руды зависит от химического анализа марганцевой руды. Марганцевые руды могут быть на основе кальция, на основе карбонатов и на основе оксидных соединений, и их химический анализ может в значительной степени изменяться. Возможный состав агло-

мерата 2 марганцевой руды представляет собой:

Mn: от 40 до 55%,
 Fe: от 1 до 10%,
 SiO₂: от 4 до 10%,
 MgO: от 0,4 до 8%,
 CaO: от 1,0 до 15%,
 (Al₂O₃): от 1 до 15%,
 K₂O: менее 1,5%,
 BaO: менее 0,6%.

Далее будут более подробно описаны устройство для предварительного нагрева и плавки агломерата марганцевой руды и некоторые предпочтительные воплощения и варианты данного способа.

Устройство включает дуговую электропечь 5 с закрытой дугой для плавки исходной смеси 1, включающей, по меньшей мере, агломерат 2 марганцевой руды, восстанавливающий агент 3 и флюющую добавку 4. При плавке в дуговой электропечи 5 с закрытой дугой образуются слой, содержащий жидкий сплав марганца, и слой, содержащий шлак, расположенный над слоем, содержащим жидкий сплав марганца.

Устройство включает первое подающее устройство 12, выполненное для подачи указанной исходной смеси 1 в дуговую электропечь 5 с закрытой дугой.

Устройство включает средства 13 отбора для отбора жидкого марганца и шлака из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой, по отдельности или одновременно.

Устройство включает первые средства 14 выпуска для выпуска содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа 6 из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой.

Устройство включает горелку 7 для сжигания содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа 6, полученного из первых средств 14 выпуска, в присутствии кислорода, например воздуха, с образованием содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9.

Первое подающее устройство 12 данного устройства включает бункер 8 предварительной обработки для нагревания указанной исходной смеси 1 указанным содержащим диоксид углерода углеродсодержащим газом 9, полученным с помощью горелки 7, перед подачей указанной исходной смеси 1 в дуговую электропечь 5 с закрытой дугой.

Дуговая электропечь 5 с закрытой дугой в данном устройстве предпочтительно представляет собой работающую на переменном токе (АС) дуговую электропечь 5 с закрытой дугой.

Горелка 7 предпочтительно соединена с бункером 8 предварительной обработки, а бункер 8 предварительной обработки предпочтительно соединен с дуговой электропечью 5 с закрытой дугой для предотвращения поступления в горелку 7, бункер 8 предварительной обработки и дуговую электропечь 5 с закрытой дугой газов из окружающей среды, например кислорода, чтобы не допустить протекания неконтролируемых реакций указанного исходного материала 1.

Агломерат 2 марганцевой руды может иметь размер частиц от 6 до 75 мм.

Бункер 8 предварительной обработки данного устройства может быть выполнен для нагрева исходной смеси 1 до температуры в диапазоне от 400 до 700°C, предпочтительно до температуры в диапазоне от 500 до 650°C.

Данное устройство включает предпочтительно, но не обязательно, средства регулирования температуры (не показаны на чертежах), выполненные для регулирования температуры указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9 перед подачей указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9 в бункер 8 предварительной обработки. Температуру подаваемого содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, который направляют в бункер 8 предварительной обработки, можно регулировать в диапазоне от 600 до 900°C.

В горелке 7 содержащий монооксид углерода углеродсодержащий газ 6, полученный из дуговой электропечи 5 с закрытой дугой, предпочтительно сжигают при соотношении воздуха менее 1, например от 0,9 до 0,95. Содержание кислорода (O₂) в содержащем диоксид углерода углеродсодержащем газе 9, полученном на стадии сжигания, должно быть очень низким, чтобы свести к минимуму окисление углерода в исходной смеси 1. Содержание монооксида углерода (CO) и водорода (H₂) в содержащем диоксид углерода углеродсодержащем газе 9, полученном на стадии сжигания, должно быть очень низким, чтобы избежать взрывов в газовых линиях или в бункере 8 предварительной обработки.

Горелка 7 может представлять собой горелку, работающую на СО, бутане и сжиженном нефтяном газе.

Указанный содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ 9, полученный в горелке 7, содержит предпочтительно, но не обязательно, следующие вещества, в об. %:

CO₂: от 25 до 35%,
 N₂: от 50 до 65%,
 H₂O: от 5 до 15% H₂O,
 O₂: менее 1%,
 H₂: менее 1%, и
 CO: менее 2%.

Устройство, предпочтительно горелка 7, предпочтительно выполнена для подачи указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9 в бункер 8 предварительной обработки снизу, чтобы указанный содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ 9 протекал в бункере 8 предварительной обработки через исходную смесь снизу вверх.

Устройство может, как показано на фиг. 2, включать первый скруббер 10, выполненный для очистки содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа 6, выпускаемого из дуговой электропечи 5, перед сжиганием монооксида углерода в горелке 7.

Устройство, как показано на фиг. 2, может включать вторые средства 15 выпуска, выполненные для выпуска содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9 из бункера 8 предварительной обработки, и третье подающее устройство (не обозначенное численной сноской), выполненное для подачи содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, выпущенного из вторых средств 15 выпуска, в горелку 7 и/или в содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ 9, образованный горелкой 7, для регулирования температуры содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, образованного горелкой 7.

Вторые средства 15 выпуска данного устройства могут, как показано на фиг. 2, включать второй скруббер 11, выполненный для очистки содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, выпускаемого из бункера 8 предварительной обработки. Холодные и очищенные газы, удаленные из содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9 во втором скруббере 11, можно использовать в возможно присутствующих средствах регулирования температуры, для регулирования температуры содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа 9, который подают в бункер 8 предварительной обработки.

Первое подающее устройство 12 данного устройства может быть выполнено для подачи восстанавливающего агента 3, содержащего углеродсодержащий материал, например металлургический кокс, антрацит и/или древесный уголь.

Первое подающее устройство 12 данного устройства может быть выполнено для подачи флюсующей добавки 4, содержащей по меньшей мере одно вещество из кальцита, крупнокусковой обожженной извести, доломита и кварца.

Первое подающее устройство 12 данного устройства может быть выполнено для подачи агломерата 2 марганцевой руды, содержащего, в мас. %

Mn: от 40 до 55%,
 Fe: от 1 до 10%,
 SiO₂: от 4 до 10%,
 MgO: от 0,4 до 8%,
 CaO: от 1 до 15%,
 Al₂O₃: от 1 до 15%,
 K₂O: менее 1,5%, и
 BaO: менее 0,6%.

Первое подающее устройство 12 может, как показано на фиг. 2, включать систему 16 бункеров, включающую первый бункер 17 для агломерата 2 марганцевой руды, второй бункер 18 для восстанавливающего агента 3 и третий бункер 19 для флюсующей добавки 4.

Пример 1.

Металлургический кокс, имеющий состав, приведенный в табл. 1, и агломерат кальцитной марганцевой руды, имеющий состав, приведенный в столбце "Исходный агломерат" табл. 2, смешивали в отношении 80 мас. % кальцитной руды и 20 мас. %; и нагревали в емкости до четырех различных температур: 500, 600, 700 и 800°C. Агломерат кальцитной марганцевой руды перед смешиванием дробили и просеивали до размера частиц от 2,8 до 6,73 мм, а металлургический кокс перед смешиванием дробили и просеивали до размера частиц от 0,595 до 4,76 мм.

Нагревание проводили путем индукционного нагрева и в емкость продували газ, содержащий диоксид углерода и азот в отношении 30% диоксида углерода и 70%, чтобы воспроизвести действительные условия нагрева.

В каждом случае при нагревании до 500, 600, 700 и 800°C определяли состав агломерата кальцитной марганцевой руды. Как можно видеть из столбцов "500°C", "600°C", "700°C" и "800°C" табл. 3, изменение состава агломерата кальцитной марганцевой руды было лишь незначительным, что означает, на-

пример, что вряд ли происходит какое-либо восстановление оксидов.

Таблица 1. Химический анализ металлургического кокса

		Кокс, % масс.	Зольный остаток, % масс.
C	Лесо ¹⁾	84	
C _{фик} ⁶⁾	титр. ²⁾	85	
S	Лесо ¹⁾	0,78	
Легучие вещества	титр.	1,2	
Зольный остаток	титр.	12,7	
Fe	ИСП ³⁾	0,61 ⁴⁾	4,8
SiO ₂	титр.	7,14 ⁴⁾	56,2
CaO	ИСП ³⁾	0,23 ⁴⁾	1,8
MgO	ИСП ³⁾	0,24 ⁴⁾	1,9
Al ₂ O ₃	ИСП ³⁾	3,07 ⁴⁾	24,2

1) Анализатор Лесо на C, S.

2) Определено методом титрования.

3) ИСП (эмиссионный спектрометр с индукционно-связанной плазмой).

4) Мас.% от кокса.

5) Количество зольного остатка в коксе составляет 12,7 мас.%.
6) Величина C_{фик}: 100 % - (летучие вещества + зольный остаток + сера).

Таблица 2. Химический анализ предварительно нагретых агломератов кальцитной руды в зависимости от температуры предварительного нагрева

Компонент	Исходный агломерат	500°C	600°C	700°C	800°C
Mn	43,7	43,9	44,5	44,5	4,42
C	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04
Fe	5,2	5,2	5,1	5,2	5,0
SiO ₂	8,2	8,0	7,5	7,6	7,8
MgO	4,5	4,7	4,8	4,7	4,5
CaO	15,2	15,2	14,7	14,6	15,0
Al ₂ O ₃	0,71	0,72	0,68	0,71	0,68
K ₂ O	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
BaO	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24
TiO ₂	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
P ₂ O ₅	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
CoO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cr ₂ O ₃	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
CuO	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
NiO	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ZnO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe ¹⁾	0,44	0,39	0,36	0,39	0,37

1) Количество по металлу.

Пример 2.

Металлургический кокс, имеющий состав, приведенный в табл. 1, и агломерат оксидной марганцевой руды, имеющий состав, приведенный в столбце "Исходный агломерат" в табл. 3, смешивали в отношении 80 мас.% кальцитной руды и 20 мас.% древесного угля и нагревали в емкости до четырех различных температур: 500, 600, 700 и 800°C. Агломерат оксидной марганцевой руды перед смешиванием дробили и просеивали до размера частиц от 2,38 до 6,73 мм, а металлургический кокс перед смешиванием дробили и просеивали до размера частиц от 0,595 до 4,76 мм.

Нагревание проводили путем индукционного нагрева, и через емкость продували газ, содержащий диоксид углерода и азот в отношении 30% диоксида углерода и 70%, чтобы воспроизвести действительные условия нагрева.

В каждом случае при нагревании до 500, 600, 700 и 800°C определяли состав агломерата оксидной марганцевой руды. Как можно видеть из столбцов "500°C", "600°C", "700°C" и "800°C" табл. 3, изменение состава агломерата оксидной марганцевой руды было лишь незначительным, что означает, например, что вряд ли происходит какое-либо восстановление оксидов.

Таблица 3. Химический анализ предварительно нагретых агломератов оксидной руды в зависимости от температуры предварительного нагрева

Компонент	Исходный агломерат	500°C	600°C	700°C	800°C
Mn	59,0	60,8	58,9	59,8	59,7
C	0,03	0,03	0,03	0,15	0,04
Fe	2,7	2,6	3,1	2,7	3,0
SiO ₂	3,4	3,4	3,3	3,4	3,1
MgO	0,28	0,24	0,41	0,26	0,39
CaO	0,62	0,66	0,53	0,58	0,66
Al ₂ O ₃	6,0	5,9	5,8	5,9	5,7
K ₂ O	0,87	0,97	0,83	0,90	0,84
BaO	0,28	0,28	0,29	0,27	0,30
TiO ₂	0,17	0,17	0,16	0,17	0,16
P ₂ O ₅	0,18	0,21	0,20	0,20	0,16
CoO	0,17	0,18	0,18	0,18	0,17
Cr ₂ O ₃	0,32	0,22	1,0	0,28	0,86
CuO	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
NiO	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
ZnO	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Fe ¹⁾	0,57	0,53	0,37	0,35	0,42

¹⁾ Количество по металлу.

Пример 3.

В устройство, изображенное на фиг. 2, подавали агломерат марганцевой руды, состав которой приведен в табл. 4, со скоростью загрузки 131 кг/ч; а восстанавливающий агент, состав которого приведен в столбце "древесный уголь" табл. 5, подавали в бункер 8 предварительной обработки со скоростью загрузки 24 кг/ч. Углеродсодержащий газ, содержащий 57 об.% N₂, 30 об.% CO₂ и 11 об.% H₂O и имеющий температуру 850°C, подавали в бункер 8 предварительной обработки со скоростью загрузки 970 м³/ч.

Таблица 4. Химический анализ марганцевого агломерата, мас. %

Компонент	Анализ, % масс.
Mn	50,2
Fe _{общ.}	6,6
Fe ²⁺	< 0,05
Fe _{мет.}	< 0,1
SiO ₂	6,7
CaO	1,0
MgO	0,43
Al ₂ O ₃	13,2
K	1,2
Ba	0,43
C _{общ.} (летуч.)	0,03
H ₂ O	0,26

Таблица 5. Химический анализ восстанавливающих агентов в примерах 3 и 4, мас. %

Компонент	Древесный уголь	Кокс
C _{общ.}	75	
C _{фик.}	72	85,0
Летучие в-ва	26	3,0
Зольный ост.	2,3	10,2
S	0,01	0,65
Анализ летучих веществ в древесном угле		
H ₂	24,6	
O ₂	0,1	
N ₂	0,5	
CO	36,9	
CO ₂	16,5	
CH ₄	21,4	
H ₂ O	8,0	

Углеродные компоненты древесного угля начинают газифицироваться при 450°C.

Было замечено, что смесь, в которой в качестве восстанавливающего агента 3 используют древесный уголь, можно предварительно нагревать до температуры 400°C без газификации углерода. Древесный уголь начинает окисляться или по реакции Будуара, или по реакции образования водяного газа. Кроме того, чтобы избежать окисления углерода, содержание кислорода и воды в содержащем диоксид углерода углеродсодержащем газе 9 должно быть низким.

Пример 4.

В устройстве по фиг. 2 в бункер 8 предварительной обработки подавали марганцевый агломерат, состав которого указан в табл. 4, со скоростью загрузки 131 кг/ч; и восстанавливающий агент, состав которого приведен в столбце "кокс" в табл. 5, со скоростью загрузки 24 кг/ч. Углеродсодержащий газ, содержащий 57 об.% N₂, 30 об.% CO₂ и 11 об.% H₂O и имеющий температуру 850°C, подавали в бункер 8 предварительной обработки со скоростью загрузки 970 м³/ч.

Углерод в коксе начинает газифицироваться при 700°C.

Было замечено, что смесь, в которой в качестве восстанавливающего агента 3 используют кокс, можно предварительно нагревать до температуры 650°C; при этом углерод в коксе не начинает окисляться, ни по реакции Будуара, ни по реакции образования водяного газа. Кроме того, для того чтобы избежать окисления углерода, содержание кислорода и воды в содержащем диоксид углерода углеродсодержащем газе 9 должно быть низким.

Для специалиста очевидно, что по мере развития технологии основную идею данного изобретения можно будет осуществить различными путями. Таким образом, данное изобретение и примеры его воплощения не ограничены вышеприведенными примерами, но они могут изменяться в пределах объема формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ предварительного нагрева и плавки агломерата марганцевой руды, включающий стадию подачи исходной смеси (1), содержащей, по меньшей мере, агломерат (2) марганцевой руды, восстанавливающий агент (3) и флюсующую добавку (4), в дуговую электропечь (5) с закрытой дугой; стадию плавления исходной смеси (1) в дуговой электропечи (5) с закрытой дугой с образованием слоя, содержащего жидкий сплав марганца, и слоя, содержащего шлак и находящегося над слоем, содержащим жидкий сплав марганца; стадию отбора жидкого марганца и шлака из дуговой электропечи (5) с закрытой дугой; первую стадию выпуска для выпуска содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа (6) из дуговой электропечи (5) с закрытой дугой; стадию сжигания содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа (6), выпущенного из дуговой электропечи (5) с закрытой дугой на первой стадии выпуска, в присутствии кислорода, например воздуха, в горелке (7) с образованием содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа (9); стадию нагрева указанной исходной смеси (1) в бункере (8) предварительной обработки до температуры в диапазоне от 400 до 700°C перед подачей указанной исходной смеси (1) в дуговую электропечь (5) с закрытой дугой указанным содержащим диоксид углерода углеродсодержащим газом (9), образованным на стадии сжигания; вторую стадию выпуска для выпуска содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа (9) из бункера (8) предварительной обработки, где содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ (9), выпущенный на второй стадии выпуска, подают в горелку (7) и/или в содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ (9), который используют на стадии нагрева, для регулирования температуры содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа (9), образованного на стадии сжигания, и нагревание исходной смеси (1) на стадии нагрева путем подачи указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа (9) в бункер (8) предварительной обработки.
2. Способ по п.1, где дуговая электропечь (5) с закрытой дугой представляет собой работающую на переменном токе (AC) дуговую электропечь (5) с закрытой дугой.
3. Способ по п.1 или 2, где агломерат (2) марганцевой руды имеет размер частиц от 6 до 75 мм.
4. Способ по любому из пп.1-3, где на стадии нагрева исходную смесь (1) нагревают в бункере (8) предварительной обработки до температуры в диапазоне от 500 до 650°C.
5. Способ по любому из пп.1-4, где температуру указанного содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа (9), который используют на стадии нагрева, регулируют до температуры в диапазоне от 580 до 900°C.
6. Способ по любому из пп.1-5, где указанный содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ (9), который используют на стадии нагрева, содержит в об.-%:
 - CO₂ - от 25 до 35%,
 - N₂ - от 50 до 65%,
 - H₂O - от 3 до 8%,

O₂ - менее 1%,
 H₂ - менее 1%
 и CO - менее 2%.

7. Способ по любому из пп.1-6, где на стадии нагрева указанный содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ (9) подают в бункер (8) предварительной обработки снизу, так что указанный содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ (9) протекает через исходную смесь (1) в бункере (8) предварительной обработки снизу вверх.

8. Способ по любому из пп.1-7, где содержащий монооксид углерода углеродсодержащий газ (6), выпущенный на первой стадии выпуска из дуговой электропечи (5) с закрытой дугой, очищают в первом скруббере (10) перед подачей содержащего монооксид углерода углеродсодержащего газа (6), выпущенного на первой стадии выпуска, в горелку (7).

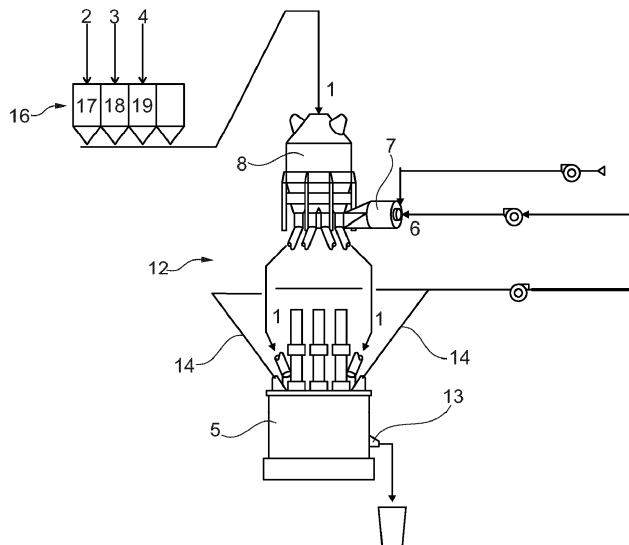
9. Способ по любому из пп.1-8, где содержащий диоксид углерода углеродсодержащий газ (9), выпущенный на второй стадии выпуска, очищают во втором скруббере (11) перед подачей содержащего диоксид углерода углеродсодержащего газа (9), выпущенного на второй стадии выпуска, в горелку (7).

10. Способ по любому из пп.1-9, где восстанавливающий агент (3) содержит углеродистый материал, например кокс, антрацит и/или древесный уголь.

11. Способ по любому из пп.1-10, где флюсующая добавка (4) содержит по меньшей мере одно вещество из кальцита, крупнокусковой обожженной извести, доломита и кварца.

12. Способ по любому из пп.1-11, где агломерат (2) марганцевой руды содержит, в мас. %:

Mn - от 40 до 55%,
 Fe - от 1 до 10%,
 SiO₂ - от 4 до 10%,
 MgO - от 0,4 до 8%,
 CaO - от 1 до 15%,
 Al₂O₃ - от 1 до 15%,
 K₂O - менее 1,5%
 и BaO - менее 0,6%.



Фиг. 1

