



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C22B 1/16 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019127852, 04.09.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.09.2019

Дата регистрации:
05.06.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.09.2019

(45) Опубликовано: 05.06.2020 Бюл. № 16

Адрес для переписки:
622025, Свердловская обл., г.Нижний Тагил, ул.
Металлургов, 1, корпус 2, кабинет 401, Бальян
Владимир Жоржевич

(72) Автор(ы):

Темников Владислав Владимирович (RU),
Калимулина Елена Геннадьевна (RU),
Зажигаев Павел Анатольевич (RU),
Мионов Константин Владимирович (RU),
Шешуков Олег Юрьевич (RU),
Михеенков Михаил Аркадьевич (RU),
Метелкин Анатолий Алексеевич (RU),
Лобанов Даниил Андреевич (RU),
Баранов Евгений Станиславович (RU),
Мамонов Алексей Леонидович (RU),
Савельев Максим Владимирович (RU),
Форшев Андрей Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество «ЕВРАЗ НТМК
Нижнетагильский металлургический
комбинат» (АО «ЕВРАЗ НТМК») (RU),
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования «Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина». (ФГАОУ ВО УрФУ)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1529738 A1, 27.09.1995. RU
2281976 C2, 20.08.2006. RU 2009221 C1,
15.03.1994. FR 2625512 A1, 07.07.1989.

(54) Шихта для производства железорудного агломерата

(57) Реферат:

Изобретение относится к подготовке металлосодержащего сырья к металлургической переработке, в частности к производству железорудного агломерата. Шихта содержит железосодержащие материалы, ванадийсодержащие материалы, флюс на основе известняка, флюс на основе шлака внепечной обработки стали (ВОС) и твердое топливо при следующем соотношении компонентов, мас. %:

флюс на основе известняка 0,5-8,0; флюс на основе шлака ВОС 0,5-8,0; твердое топливо 1,0-4,0; ванадийсодержащие материалы 2,0-30,0; железосодержащие материалы - остальное. Изобретение обеспечивает повышение прочности агломерата при спекании с одновременным снижением энергозатрат, что отражается в снижении расхода кокса. 5 з.п. ф-лы, 3 табл., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C22B 1/16 (2020.02)

(21)(22) Application: **2019127852, 04.09.2019**

(24) Effective date for property rights:
04.09.2019

Registration date:
05.06.2020

Priority:

(22) Date of filing: **04.09.2019**

(45) Date of publication: **05.06.2020** Bull. № 16

Mail address:

**622025, Sverdlovskaya obl., g.Nizhnij Tagil, ul.
Metallurgov, 1, korpus 2, kabinet 401, Balyan
Vladimir Zhorzhevich**

(72) Inventor(s):

**Temnikov Vladislav Vladimirovich (RU),
Kalimulina Elena Gennadevna (RU),
Zazhigaev Pavel Anatolevich (RU),
Mironov Konstantin Vladimirovich (RU),
Sheshukov Oleg Iurevich (RU),
Mikheenkov Mikhail Arkadevich (RU),
Metelkin Anatolii Alekseevich (RU),
Lobanov Daniil Andreevich (RU),
Baranov Evgenii Stanislavovich (RU),
Mamonov Aleksei Leonidovich (RU),
Savelev Maksim Vladimirovich (RU),
Forshev Andrei Anatolevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo «EVRAZ NTMK
Nizhnetagilskii metallurgicheskii kombinat»
(AO «EVRAZ NTMK») (RU),
Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Uralskii federalnyi universitet
imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Eltsina».
(FGAOU VO UrFU) (RU)**

(54) **CHARGE FOR IRON-ORE AGGLOMERATE PRODUCTION**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to preparation of metal containing material for metallurgical processing, particularly, to production of iron-ore agglomerate. Charge contains iron-containing materials, vanadium-containing materials, flux based on limestone, flux based on slag of out-of-furnace treatment of steel (OST) and solid fuel at following ratio of components, wt%:

flux based on limestone 0.5–8.0; flux based on OST slag 0.5–8.0; solid fuel 1.0–4.0; vanadium-containing materials 2.0–30.0; iron-containing materials – balance.

EFFECT: invention increases agglomerate strength during sintering with simultaneous reduction of power consumption, which is reflected in reduction of coke consumption.

6 cl, 3 tbl, 1 ex

Изобретение относится к подготовке металлосодержащего сырья к металлургической переработке, в частности к производству железорудного агломерата.

Известна «Шихта для производства агломерата» [1] (патент на изобретение РФ № 2009221, МПК⁸ C22B 1/24, опубл. 15.03.1994), содержащая железорудный материал, топливо, известняк и отходы металлургического производства, включающие прокатную окалину, причем в качестве отходов металлургического производства она дополнительно содержит предварительно подготовленную смесь шламов доменного, сталеплавильного, прокатного производств и колошниковой пыли при следующем соотношении компонентов, мас. %: смесь шламов и колошниковой пыли 6,0 - 17,0; прокатная окалина 8,0 - 10,0; топливо 2,0 - 5,0; известняк 8,0 - 14,0; железорудный материал - остальное, при том, что шламы и колошниковая пыль взяты в соотношении 1,0: (0,8 - 1,8), соответственно.

В данной шихте в качестве флюсующей добавки используется известняк, для разложения которого на CaO и CO₂ требуются значительные энергозатраты, что приводит к перерасходу топлива.

Известна «Шихта для производства агломерата» [2] (патент на изобретение РФ № 2281976, МПК⁸ C22B 1/16, опубл. 20.08.2006), содержащая железорудный концентрат, железосодержащий материал, известняк, твердое топливо и дополнительно содержит ванадийсодержащий металлопродукт переработки металлургических шлаковых отвалов. Соотношение ингредиентов в шихте следующее, мас. %: железосодержащий материал 15-40; известняк 3-8; твердое топливо 4-7; ванадийсодержащий металлопродукт переработки шлаковых отвалов 4-12; железорудный концентрат - остальное. Крупность ванадийсодержащего металлопродукта до 10 мм. В качестве железосодержащего материала используют металлургические пыли, шламы доменные, возвраты агломерационный и доменный.

В данном аналоге использование ванадийсодержащего продукта позволяет повысить стоимость шлаковых продуктов, при этом снижен расход известняка, но использование в качестве флюса известняка все равно приводит к перерасходу топлива и снижению тепловой эффективности процесса агломерации.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к заявляемому изобретению является «Шихта для производства агломерата» [3] (патент на изобретение РФ № 1529738, МПК⁵ C22B1/16, опубл. 27.09.1995), включающая химотходы, окалину, колошниковую пыль, шламы доменного производства, известняк, коксовую мелочь, дополнительно содержит ванадийсодержащий шлак тепловых электростанций с содержанием CaO 10% при следующем соотношении ингредиентов, мас. %: химотходы 8-15; окалина 35-55; колошниковая пыль 10-15; шламы доменного производства 8-15; известняк 3,5-9,0; коксовая мелочь 4,2-4,6 и ванадийсодержащий шлак ТЭС 2-25, причем 40-60% ванадийсодержащего шлама ТЭС имеет размер частиц менее 0,1 мм.

В данном изобретении используются материалы, уже содержащие оксид кальция не в виде карбоната, что позволяет несколько снизить затраты на обжиг. Тем не менее, данного количества извести недостаточно для обеспечения флюсующего эффекта, поэтому в состав шихты все-таки вводится известняк, кроме того агломерат на основе такой шихты имеет недостаточную прочность, что приводит к ухудшению газопроницаемости столба доменной шихты из-за раннего разрушения кусков в верхних горизонтах.

Техническим результатом настоящего изобретения является создание шихты для производства железорудного агломерата, которая обеспечивает повышение прочности

агломерата при обжиге при одновременном снижении энергозатрат на его обжиг, что отражается в снижении расхода кокса.

Указанный технический результат достигается тем, что шихта для производства железорудного агломерата, содержит железосодержащие материалы, ванадийсодержащие материалы, флюсы и твердое топливо, отличающаяся тем, что, помимо известнякового флюса, в составе шихты дополнительно используется флюс на основе шлака внепечной обработки стали (ВОС) при следующем соотношении компонентов, мас. %: флюс на основе известняка 0,5 – 8,0; флюс на основе шлака ВОС 0,5-8,0; твердое топливо 1,0 – 4,0; ванадийсодержащие материалы 2,0 - 30,0; железосодержащие материалы остальное.

При этом в качестве железосодержащих материалов используют отсеб агломерата, металлургические пыли и шламы, продукты переработки отвальных шлаков – металлопродукты, в качестве твердого топлива используют кокс, в качестве ванадийсодержащих материалов используют подготовленные конвертерные шлаки: шлак моно-процесса и/или ванадийсодержащий конвертерный шлак (ВКШ), и/или шлак дулекс-процесса – стальной конвертерный шлак (СКШ) и/или смеси на их основе.

Известно, что разложение известняка наиболее энергоемкая статья агломерации. Энтальпия разложения 1 кг известняка по реакции



составляет 1782 кДж/кг [4] (Тейлор, Х. Химия цемента / Х. Тейлор ; пер с англ. - М. : Мир, 1996. С. 78). Теплотворная способность кокса по данным [5] (Севрюков, Н. Н. Общая металлургия: / Н.Н. Севрюков, Б. А. Кузьмин, Е. В. Челищев. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1976. - 468 с. : ил.) составляет в среднем 28000 кДж/кг. Это означает, что при использовании в качестве флюса известняка в количестве 160 кг/т агломерата, для его разложения потребуется не менее 10 кг/т кокса. Поскольку в шлаке ВОС известь находится в форме CaO и не требует энергозатрат, то при замене части известняка флюсом на основе шлака ВОС, будет снижаться расход кокса, пропорционально количеству известнякового флюса, замененного на флюс на основе шлака ВОС.

По данным [6] (Леонтьев Л.И. Технологические особенности переработки сталеплавильных шлаков в строительные материалы и изделия / Л.И. Леонтьев, О.Ю. Шешуков, М.А. Михеенков и др. // Строительные материалы. – 2014. – № 10. – С. 70-74.) в шлаках ВОС фиксируются в основном три фазы: майенит C_{12}A_7 ($12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$), периклаз MgO и низкотемпературная модификация белита — шеннонит $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ ($\gamma\text{-}2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) в количестве, масс. %: C_{12}A_7 - 30,0-40; MgO – 10,0-12,0; $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ – 30,0 - 40,0. Из перечисленных фаз, входящих в состав шлака ВОС вяжущими свойствами (способность твердеть при добавлении воды) обладает майенит C_{12}A_7 , поэтому при замене части известняка в шихте флюсом на основе шлака ВОС агломераты приобретают значительную прочность.

При использовании в шихте флюса на основе известняка менее 0,5 мас. % приводит к снижению расхода кокса при агломерации, а при увеличении содержания более 8,0 мас. % приводит к увеличению расхода кокса.

Улучшение процесса формирования связи способствует уменьшению расхода топлива на производство агломерата, повышения его качества в целом.

Пределы содержания в шихте твердого топлива обусловлены прочностью и восстановимостью агломерата.

При использовании в шихте твердого топлива менее 1,0 мас. % приводит к изменению

газодинамического и температурного режима агломерации, а при увеличении в содержании в шихте твердого топлива более 4,0 мас. % приводит также к изменению газодинамического и температурного режима агломерации.

Шлак внепечной обработки стали (ВОС) образуется при обработке чугуна на установке «печь-ковш». Введение его в шихту для производства железорудного агломерата в количестве 10-120 кг/т агломерата позволяет снизить расход флюсов, улучшить технико – экономические показатели процесса агломерации: снизить расход топлива, увеличить производительность агломашин, повысить прочность агломерата.

Содержание шлака внепечной обработки стали (ВОС) в количестве 10-120 кг/т агломерата в шихте для производства железорудного агломерата является оптимальным и имеет следующий состав, мас %: Fe 5,0 – 10,0; CaO 45,0 – 60,0; SiO₂ 10,0 – 20,0; MgO 5,00 – 10,0; FeO 5,0 – 10,0; S 0,1 – 0,5.

При использовании шлака внепечной обработки стали (ВОС) менее 10 кг/т агломерата отсутствует эффективность его использования, а при использовании его более 120 кг/т значительно снижается содержание железа в готовом агломерате.

Пределы содержания шлака внепечной обработки стали (ВОС) 0,5 – 8,0% получены опытно-экспериментальным путем, т.к. именно при таких соотношениях были получены наилучшие показатели производства агломерата. При использовании шлака (ВОС) менее 0,5 мас. % приводит к отсутствию эффективности его использования, а при увеличении его расхода более 8,0 мас. % приводит к получению агломерата с высоким содержанием марганца и магнезии.

Ванадийсодержащие материалы вводятся в состав шихты для производства железорудного агломерата с целью повышения прихода ванадия в аглодоменный передел, а также для корректировки содержания химических элементов в агломерате до требуемых значений. Пределы содержания ванадийсодержащих материалов 2,0 – 30,0 мас. % получены опытно-экспериментальным путем, т.к. именно при таких соотношениях были получены наилучшие показатели производства агломерата.

При использовании ванадийсодержащих материалов менее 2,0 мас. % приводит к незначительному привлечению ванадия в аглошихту, а при использовании более 30,0 % возникает необходимость (например, из-за содержания марганца) вывода из состава шихты других составляющих, что не позволяет с максимальным эффектом использовать их преимущества.

В качестве ванадийсодержащих материалов используются подготовленные конвертерные шлаки (шлак моно-процесса – ванадийсодержащий конвертерный шлак (ВКШ), шлак дуплекс-процесса – стальной конвертерный шлак (СКШ)) и смеси на их основе.

Пример

Предложенную шихту для производства железорудного агломерата изготавливают следующим образом: флюс на основе известняка, флюс на основе шлака внепечной обработки стали (ВОС), твердое топливо, ванадийсодержащие и железосодержащие материалы смешивали, увлажняли, окомковывали и спекали на агломашине. Высота слоя шихты составляла 300 мм. Подача в аглошихту шлака ВОС осуществлялась в виде смеси с ванадийсодержащими материалами СКШ и ВКШ путем совместного дробления данных компонентов в соотношении 5:2 с целью снижения нагрузки на дробильное оборудование. Химический состав смеси ВКШ/СКШ и шлаков ВОС приведены в таблице 1. Смесь шлаков ВКШ/СКШ и ВОС в количестве 21,7 % крупностью до 10 мм привлекалась в состав шихты с условием полного замещения известняка. Зажигание шихты проводили продуктами горения пропан-бутановой смеси в воздухе с

температурой 1100-1200°C. После охлаждения агломерат подвергали испытаниям в барабане для определения механической прочности. После обработке в барабане материал рассеивали на ситах для определения количества фракции +5,0 и -0,5 мм. Прочность агломерата оценивали по выходу фракции более 5 мм, характеризующую

5 показатель сопротивления истиранию. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

На основании опытно-промышленных испытаний были определены оптимальные объёмы участия смеси шлака ВОС и СКШ/ВКШ в шихте агломерата (железофлюса), которые составили 21,7%, (совместное использование шлака ВОС – 6,2% и СКШ/ВКШ – 15,5% в виде смеси, в соответствии с таблицей 2) при этом увеличение механической

10 прочности железофлюса от базового периода составило 0,3% (в соответствии с таблицей 2). При снижении доли участия данной смеси соответственно снижается механическая прочность железофлюса (при замене смеси шлака ВОС и СКШ/ВКШ, в рамках достижения заданной основности железофлюса, известняком – снижение механической

15 прочности железофлюса от достигнутых значений по результатам опытно-промышленных испытаний составили 0,3%). Также изменения, в рамках достигнутых значений, касаются и расхода кокса при производстве железофлюса. В базовом периоде расход кокса составлял 25 кг/т железофлюса.

По результатам опытно-промышленных испытаний, приведенных в таблице 3 было достигнуто снижение на 7,5 кг/т расхода кокса при производстве агломерата за счёт

20 замещения сырого известняка в шихте железофлюса материалами (шлаки ВОС, СКШ, ВКШ), которые прошли высокотемпературную обработку и не требуют затрат тепла для разложения карбонатных соединений, которые составляют основу известняка.

Кроме того, по результатам испытаний снижен расход окатышей в доменную плавку, увеличен объем извлечения и производства ванадия на других переделах на 139,23 кг/

25 т.

Таким образом, данное техническое решение соответствует критерию «новизна».

Анализ патентов и научно-технической информации не выявил использования новых существенных признаков, используемых в предлагаемом решении. Следовательно, предлагаемое изобретение соответствует критерию «изобретательский уровень».

30 Использование заявленной шихты с использованием шлака внепечной обработки стали позволяет обеспечить:

- 1) снижение расхода кокса;
- 2) повышение содержания V_2O_5 в агломерате на 0,271% абс. (таблица 2 и 3);
- 3) повышение производительности агломашины на 6,3%;
- 35 4) увеличение показателя прочности B_{+5mm} на 0,3% абс.

Опытная проработка на ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат» и использование предлагаемого технического решения на АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» подтверждает соответствие критерию «промышленная

40 применимость изобретения».

Источники информации

- [1] Патент на изобретение РФ № 2009221, МПК⁸ C22B 1/24, 2006 опубл. 15.03.1994);
- [2] Патент на изобретение РФ № 2281976, МПК⁸ C22B 1/16, опубл. 20.08.2006);
- [3] Патент на изобретение РФ № 1529738, МПК⁵ C22B1/16, опубл. 27.09.1995);
- 45 [4] Тейлор, Х. Химия цемента / Х. Тейлор ; пер с англ. - М. : Мир, 1996. С. 78;
- [5] Севрюков, Н. Н. Общая металлургия: / Н. Н. Севрюков, Б.А. Кузьмин, Е. В. Челищев. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1976. - 468 с. : ил.;
- [6] (Леонтьев Л.И. Технологические особенности переработки сталеплавильных

шлаков в строительные материалы и изделия / Л.И. Леонтьев, О.Ю. Шешуков, М.А. Михеенков и др. // Строительные материалы. – 2014. – № 10. – С. 70-74.).

Таблица 1 Химический состав смеси ВКШ/СКШ и шлака ВОС

Соотношение смеси (ВКШ/СКШ) к шлаку ВОС		Fe	S	CaO	SiO ₂	MgO	FeO
5:2		27,0	0,12	31,7	8,8	10,54	18,1

Таблица 2 Результаты испытаний шихты

Пример	Состав шихты, мас.%									Показатели проч-ности агломерата		основ-ность, ед	Содер-жание V2O5
	извест-няк	шлак ВОС	твердое топливо (коксо-вая мелочь_	колош-никовая пыль	ванадий-со-держажий материал (конвертер-ные шлаки: СКШ и ВКШ)	Хим. отходы	Шламы доменно-го произ-водства	железосо-держа-щий мате-риал	ванадий содержа-щий шлак ТЭЦ	Сопро-тивле-ние уда-ру, вы-ход фракции +5 мм, %	Сопро-тивле-ние исти-раемо-сти- 0,5мм, %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
прототип	5,5	-	4,3	12,0	-	10,0	12,0	38,4	17,8	60,8	8,1		0,535
1	0,0	6,2	1,75	-	15,5	-	-	76,55	-	74,6	4,4	2,4	0,806
2	2,6	3,1	2,13	-	7,9	-	-	84,27	-	74,4	4,4	2,4	0,606
3	4,2	-	2,5	-	5,7	-	-	87,6	-	74,3	4,4	2,4	0,535
4	5,2	0,5	2,6	-	1,3	-	-	62,9	-	74,2	4,4	2,4	0,455
5	0,0	8,0	1,65	-	20,0	-	-	62,9	-	74,6	4,4	2,54	0,921

Таблица 3 Сопоставительный анализ результатов испытаний

Показатели	единица измере-ния	прототип	Опыт	Δ	Вывод
Производство (железофлюса) агломерата	т/месяц	62000	72000	10000	Доп. затраты
Расход коксовой мелочи	кг/т агломерата	25	17,5	-7,5	Снижение расхода кокса при производстве агломерата
Расход известняка	кг/т агломерата	47	0	-47	Снижение объемов использования известняка при производстве агломерата
Расход шлака ВОС	кг/т агломерата	0	69	69	-
Расход СКШ,	кг/т агломерата	15	125	110	-
Содержание Fe в агломерате	%	52,36	48,86	-3,5	-
Внесение Fe с агломератом в ДЦ,	т/месяц	32463,2	35179,2	2716	-
Снижение расхода окатышей ЕВРАЗ КГОК в ДЦ, т/месяц				4452,5	Экономия окатышей в ДЦ
Содержание V ₂ O ₅ в агломерате	%	0,535	0,806	0,271	-
Внесение V с агломератом в ДЦ,	т/месяц	185,8	325,0	139,23	Повышение объемов извлечения и производства ванадия в других переделах.

(57) Формула изобретения

1. Шихта для производства железорудного агломерата, содержащая железосодержащие материалы, ванадийсодержащие материалы, флюс на основе известняка и твердое топливо, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит флюс на основе шлака внепечной обработки стали (ВОС) при следующем соотношении компонентов, мас. %:

флюс на основе известняка 0,5-8,0;

флюс на основе шлака ВОС 0,5-8,0;

твердое топливо 1,0-4,0;

ванадийсодержащие материалы 2,0-30,0;

железосодержащие материалы остальное.

2. Шихта по п. 1, отличающаяся тем, что в качестве железосодержащих материалов она содержит отсев агломерата, металлургические пыли и шламы и продукты переработки отвальных шлаков в виде металлопродуктов.

3. Шихта по п. 1, отличающаяся тем, что в качестве ванадийсодержащих материалов она содержит подготовленные конвертерные шлаки в виде шлака моно-процесса и/или ванадийсодержащего конвертерного шлака (ВКШ), и/или шлака дуплекс-процесса – стального конвертерного шлака (СКШ) и смеси на их основе.

5 4. Шихта по п. 1, отличающаяся тем, что в качестве твердого топлива она содержит кокс.

5. Шихта по п. 1, отличающаяся тем, что шлак внепечной обработки стали (ВОС) содержится в количестве от 10-120 кг/т агломерата.

10 6. Шихта по п. 1, отличающаяся тем, что шлак внепечной обработки стали (ВОС) имеет следующий состав, мас. %: Fe 5,0-10,0; CaO 45,0-60,0; SiO₂ 10,0-20,0; MgO 5,00-10,0; FeO 5,0-10,0; S 0,1-0,5.

15

20

25

30

35

40

45