



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **111236**

(13) **C2**

(51) МПК

C22B 1/20 (2006.01)

C22B 1/14 (2006.01)

C22B 1/16 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2014 05180**

(22) Дата подання заявки: **16.05.2014**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **11.04.2016**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **25.11.2014, Бюл.№ 22**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **11.04.2016, Бюл.№ 7**

(72) Винахідник(и):

**Руських Володимир Петрович (UA),
Семакова Вікторія Борисівна (UA),
Шапіро-Нікітін Дмитро Євгенович (UA),
Волков Віталій Віталійович (UA),
Жуков Сергій Сергійович (UA),
Пілюгін Євген Іванович (UA)**

(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ
ЗАКЛАД "ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ",
вул. Університетська, 7, м. Маріуполь,
Донецька обл., 87500 (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

**UA 55297 A, 17.03.2003
SU 1463780 A, 07.03.1989
UA 103251 C2, 25.09.2013
SU 1507826 A1, 15.09.1989
RU 2279491 C2, 10.07.2006
RU 2005129188 A, 10.05.2007
EP 1961829 B1, 28.04.2010
US 20040155388 A1, 12.08.2004
JP 2003147446 A, 21.05.2003
KR 20010057130 A, 04.07.2001**

(54) СПОСІБ АГЛОМЕРАЦІЇ ЗАЛІЗОРУДНИХ МАТЕРІАЛІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до металургії. Спосіб агломерації залізовмісних матеріалів включає підготовку компонентів агломераційної шихти та їх спікання, причому до складу агломераційної шихти вводять гранульовані відходи у кількості до 150 кг/т агломерату і рівномірно розподіляють їх по об'єму, при цьому до вказаних відходів додають 20-30 мас. % коксового дрібняку. Винахід дозволяє підвищити продуктивність аглопроцесу, знизити витрати твердого палива в шихті при збереженні міцності агломерату.

UA 111236 C2

Винахід належить до металургії і може бути використаний при спіканні агломерату та ефективній утилізації дрібнодисперсних відходів металургійної промисловості (залізовмісних шламів і коксового дрібняку).

Відомий спосіб агломерації залізородних матеріалів включає попередню підготовку окремих компонентів шихти, зокрема руди, концентрату, палива, вапняку та інших, їх дозування, змішування, зволоження, огрудкування, завантаження на агломераційну стрічку та подальше спікання [1, с. 132]. Саме спосіб агломерації дозволяє утилізувати дрібнодисперсні відходи металургійного виробництва. Так основним напрямком утилізації колошникового пилю та залізовмісних шламів є їх додавання до агломераційної шихти, однак перевищення кількості дрібнодисперсних відходів у шихті понад 10-15 % приводить до погіршення її газопроникності, а також зниження продуктивності аглопроцесу та якості агломерату [2].

Зазначений спосіб не дозволяє вирішити завдання, що стоять перед винаходом, які полягають в утилізації дрібнодисперсних металургійних відходів, зниженні витрати твердого палива на спікання і підвищенні вмісту залишкового вуглецю в агломераті.

Відомий спосіб агломерації залізородних матеріалів, що включає підготовку компонентів шихти до спікання, складання агломераційної шихти, її змішування та огрудкування, укладання постілі та шихти на агломераційну машину, спікання шихти та обробку агломераційного спіку, в якому змішану шихту під час огрудкування зволожують до 7,5-10 % пульпою, що містить від 1,5 до 2,0 % вугільного пилю крупністю нижче 0,10 мм і являє собою технологічні відходи переробки вугілля [3].

Даний спосіб сприяє підвищенню продуктивності агломашин за рахунок поліпшення огрудкованості шихти в результаті зміни її фізико-хімічних властивостей та зниженню на 1,5 % витрати твердого палива внаслідок введення з пульпою вугільного пилю. Однак здійснення способу ускладнюється необхідністю підтримання щільності пульпи на заданому рівні та забезпечення безперервного її диспергування в барабані-огрудкувачі. Крім того, зазначений спосіб не дозволяє підвищити витрату в шихту дрібнодисперсних залізовмісних шламів, оскільки не сприяє збільшенню кількості центрів огрудкування, яких при значному вмісті в складі агломераційної шихти дрібнодисперсного концентрату недостатньо, а також не дозволяє повністю виключити тверде паливо зі складу шихти і виготовляти агломерат з залишковим вмістом вуглецю, тобто завдання, що стоять перед винаходом, не вирішуються.

Найбільш близьким аналогом до винаходу відомим способом агломерації залізородних матеріалів, є спосіб агломерації залізородних матеріалів, що включає підготовку компонентів шихти, їх дозування, змішування, зволоження, огрудкування, завантаження на аглострічку та спікання з наступним подрібненням аглоспіку та відсівом з нього звороту, що направляють у шихту для повторного спікання. При цьому зі звороту виділяють фракцію до 3 мм, яку з додаванням залізовмісних шламів та в'язкого екструдують до фракції 3-6 мм та також повертають у шихту. Використання даного способу за рахунок підвищення газопроникності шару огрудкованої шихти збільшує продуктивність аглоустановки до 15 % при збереженні механічної міцності агломерату [4].

Разом з тим даний спосіб при частковій утилізації залізовмісних шламів не дозволяє зменшити витрату або виключити введення твердого палива (коксику та антрацитового штибу) до складу агломераційної шихти, підвищити вміст залишкового вуглецю в агломераті.

В основу винаходу поставлена задача розробити спосіб агломерації залізородних матеріалів, в якому використання нових компонентів агломераційної шихти дозволить зменшити або виключити витрату твердого палива на виробництво агломерату, збільшити в ньому вміст залишкового вуглецю, що дозволить поліпшити техніко-економічні показники доменної плавки.

Для вирішення поставленої задачі в способі агломерації залізородних матеріалів, що включає підготовку компонентів агломераційної шихти та їх спікання, відповідно до винаходу, до складу агломераційної шихти вводять у кількості до 150 кг/т агломерату і рівномірно розподіляють по об'єму гранульовані відходи, які виготовлені з суміші дрібнодисперсних залізовмісних агломераційних, доменних, сталеплавильних і прокатних шламів з добавкою 20-30 мас. % коксового дрібняку.

Як нові компоненти пропонується використання в складі агломераційної шихти гранульованих дрібнодисперсних залізовмісних відходів (шламів) з добавкою до них у процесі гранулювання коксового дрібняку.

Використання гранульованої сировини у складі агломераційної шихти значно покращує її грудкувальність, підвищує газопроникність шару огрудкованої шихти і вертикальну швидкість спікання, збільшує продуктивність агломераційних машин.

Проведені лабораторні спікання агломерату з метою визначення впливу введення до агломераційної шихти гранульованої сировини, виготовленої з дрібнодисперсних відходів

металургійного виробництва, що містить у своєму складі різну кількість відходів коксохімічного виробництва.

В ході досліджень використовувалися гранули, що містять 10, 20 і 30 мас. % коксового дрібняку.

5 Витрата гранул до агломераційної шихти становила: 0 (базовий склад), 100 і 150 кг/т агломерату.

Збільшення кількості гранул в агломераційній шихті супроводжувалося відповідним зменшенням в її складі маси залізної руди.

Лабораторні спікання проведені зі вмістом твердого палива у складі агломераційної шихти:

10 а) без урахування його наявності в гранульованій сировині;

б) з урахуванням його надходження з гранульованою сировиною за умов збереження постійного вмісту палива на рівні 3,8 % від маси шихти.

15 За базовий прийнятий склад шихти в агломераційному цеху ПАТ "Єнакіївський металургійний завод" у 2013 р. (січень-серпень). Хімічний склад компонентів агломераційної шихти (крім гранульованої сировини) взято за даними того ж періоду.

Склад агломераційних шихт представлений в таблиці 1.

Таблиця 1

Склад агломераційних шихт													
Вміст коксового дрібняку в гранульованих відходах, мас. %	Витрата гранул, кг/т агломерату	Вміст компонента у складі шихти, %											
		гранульована сировина	тверде паливо	залізна руда	концентрат	колошниковий пил	шлак	відсів агломерату	окалина	вапняк	доломит	вапно	
0	0	-	3,8	24,1	25,7	4,5	9,3	13,3	1,3	8,9	5,4	3,7	
10	100	12,8	4,0	12,9	27,3	4,8	9,9	14,1	1,4	3,2	5,7	3,9	
		13,0	2,8	13,0	27,7	4,8	10,0	14,4	1,4	3,0	5,8	4,0	
	150	20,2	2,25	6,9	28,9	5,1	10,5	14,9	1,5	0	5,6	4,2	
20	100	12,8	4,0	12,7	27,3	4,8	9,9	14,2	1,4	3,19	5,7	3,9	
		13,1	1,5	13,2	28,1	4,9	10,2	14,6	1,4	2,8	5,9	4,0	
	150	20,8	0,2	7,0	29,7	5,2	10,7	15,3	1,5	0	5,3	4,3	
30	100	12,8	4,0	12,9	27,3	4,8	9,9	14,1	1,4	3,2	5,7	3,9	
		13,4	0,2	13,5	28,6	5,0	10,4	14,8	1,4	2,6	6,0	4,1	
	150	20,8	0	7,0	29,7	5,2	10,7	15,4	1,5	0	5,3	4,3	

20 Як видно з наведених даних, введення до складу агломераційної шихти гранульованих відходів з різним вмістом коксового дрібняку із заміною ними частини залізної руди проводили з відповідною зміною витрат твердого палива і вапняку при практично незмінному вмісті в шихті інших компонентів.

25 Газопроникність огрудкованої агломераційної шихти визначали за перепадом статичного тиску повітря, що продувалося крізь шар шихти висотою 150 мм. В таблиці 2 представлені результати газодинамічних досліджень огрудкованих шихт при витраті повітря 100 м³/год.

Таблиця 2

Газодинамічний опір огрудкованих агломераційних шихт							
Склад шихти	Базовий	Вміст коксового дрібняку в гранулах, мас. %					
		10		20		30	
Витрата гранульованих відходів, кг/т агломерату	0	100	150	100	150	100	150
Втрати тиску в шарі, Па	900	620	540	640	510	620	500

Газодинамічний опір огрудкованої шихти при підвищенні в її складі вмісту гранульованої сировини зменшується на 29-45 %.

30 Вертикальна швидкість спікання при розрідженні під колосниковою решіткою 10 кПа для різного складу агломераційної шихти висотою 190 мм надана в таблиці 3.

Таблиця 3

Вертикальна швидкість спікання агломераційних шихт різного складу

Склад шихти	Базовий	Вміст коксового дрібняку в гранулах, мас. %					
		10		20		30	
Витрата гранульованих відходів, кг/т агломерату	0	100	150	100	150	100	150
Час спікання, хв	9,0	7,0	10,5	9,5	8,0	10,0	10,5
Вертикальна швидкість спікання, мм/хв	21,1	27,1	18,1	20,0	23,8	19,0	18,1

Вертикальна швидкість спікання визначалася не лише газопроникністю шихти, а також протіканням процесів горіння палива. Використання гранул з підвищеним вмістом вуглецевих відходів приводило до більш тривалого часу спікання при підвищенні міцності агломерату та виходу годного. Добавка в шихту гранул з меншим вмістом вуглецевих відходів приводила як до прискорення процесу спікання, так і до його уповільнення, тобто за конкретних умов існує оптимальне співвідношення технологічних параметрів аглопроцесу, при яких досягається підвищення його продуктивності при поліпшенні якості агломерату. Так в лабораторних умовах найкращі результати були досягнуті при витраті в шихту 150 кг/т агломерату гранул, що містили 20 % коксового дрібняку, і зменшенні витрати твердого палива на 60 %. Зростання вертикальної швидкості спікання при підвищенні виходу годного агломерату сприяло збільшенню продуктивності аглопроцесу на 15 % при підвищенні механічної міцності агломерату (табл. 4).

Таблиця 4

Вихід годного і показники міцності агломерату, виготовленого із шихт різного складу

Склад шихти	Базовий	Вміст коксового дрібняку в гранулах, мас. %					
		10		20		30	
Витрата гранульованих відходів, кг/т агломерату	0	100	150	100	150	100	150
Вихід годного агломерату, %	80,9	81,40	81,20	80,10	82,30	80,90	84,50
Міцність, %	67,0	66,30	67,0	66,60	67,40	68,10	69,10
Опір стиранню, %	7,38	6,90	7,40	7,45	6,90	7,46	7,40

Вихід годного агломерату (фракції +5 мм після дроблення) при введенні до агломераційної шихти гранульованих відходів у середньому на 0,8 % вище порівняно з базовим складом шихти. Міцність агломерату (вихід фракції більше 5 мм після випробування в обертовому барабані за ДСТУ 3200-95), виготовленого з шихти, що містить гранульовану сировину, на 0,4 % вище порівняно з агломератом, виготовленим із шихти базового складу (67,4 проти 67,0 %).

Запропонований спосіб дозволяє покращити якість агломерату також за рахунок виведення з твердого палива частинок фракції менш 0,5 мм, що неспроможні при горінні утворювати блоки агломерату [5, с. 129]. Присутність та рівномірний розподіл тонких частинок палива по об'єму гранул навпаки прискорюють відновлення оксидів заліза та плавлення шихти в ході спікання, що сприяє підвищенню міцності агломерату.

Хімічний склад агломерату, спеченого в ході експериментальних досліджень, наданий в таблиці 5.

Таблиця 5

Хімічний склад агломерату

Вміст коксового дрібняку в гранульованих відходах, мас. %	Витрата палива в шихту, %	Вміст, мас. %						
		Fe	FeO	CaO	SiO ₂	MgO	C	CaO SiO ₂
0 (базовий)	3,8*	51,8	17,1	10,1	10,0	0,8	0,19	1,01
10	4*+1,3**	54,0	21,0	11,5	10,8	0,8	0,36	1,08
	2,8*+1,3**	52,3	19,9	11,2	11,2	0,4	0,29	1,00
	2,25*+2,0**	53,4	25,8	10,1	11,6	0,4	0,18	0,90

Продовження таблиці 5

20	4*+2,6**	53,0	23,1	12,8	9,6	1,1	0,32	1,33
	1,5*+2,6**	54,4	17,9	11,5	11,2	0,4	0,18	1,03
	0,2*+4,1**	53,6	19,2	11,7	10,4	1,0	0,2	1,12
30	4*+4,0**	53,0	24,0	13,2	9,2	1,1	0,25	1,43
	0,2*+4,0**	53,5	18,7	12,0	9,5	1,0	0,28	1,26
	0*+6,2**	53,5	24,5	12,2	8,7	1,2	0,33	1,40

* - паливо, внесене коксиком;

** - паливо, внесене гранулами.

Підвищена сумарна витрата палива в шихту мала ціллю збільшити вміст залишкового вуглецю в агломераті для підвищення його відновлюваності [6]. Середній вміст вуглецю в агломераті при використанні в шихті гранульованих відходів склав 0,31 %, тобто збільшився порівняно з базовим на 0,12 %, що забезпечує зниження витрати коксу при виплавці чавуну. В одній тонні агломерату міститься 1,2 кг вуглецю, при витраті агломерату 1,7 т/т чавуну в доменну піч додатково вноситься $1,2 \cdot 1,7 = 2$ кг вуглецю, що відповідає економії 2,3 кг коксу на 1 тону чавуну при вмісті вуглецю в коксі 86 %, тобто спостерігається суттєва економія коксу при веденні доменної плавки.

Додавання до складу агломераційної шихти гранульованої сировини, що містить 30 % коксового дрібняку, дозволяє спікати агломерат без використання додаткового твердого палива, зберігаючи при цьому рівень міцності агломерату (табл. 4).

Використання гранульованої сировини у складі агломераційної шихти збільшує вміст заліза в агломераті з 51,8 (базове) до 53,4 % (середнє з гранулами), тобто на 1,6 %, що сприяє підвищенню продуктивності доменних печей на $1,6 \cdot 2 = 3,2$ % і зниженню питомої витрати коксу на $1,6 \cdot 1 = 1,6$ % [7, с. 222].

Крім того, використання для виплавки чавуну агломерату з підвищеною відновлюваністю додатково сприятиме зниженню питомої витрати коксу за рахунок більшого розвитку реакцій непрямого відновлення оксидів заліза.

Таким чином, запропонований спосіб агломерації залізородних матеріалів з використанням у складі агломераційної шихти гранульованої сировини з дрібнодисперсних шлаків металургійного виробництва, що містить вуглецевмісні відходи, має суттєві переваги перед відомим способом, зазначеним у найближчому аналогу і дозволяє повністю вирішити завдання, поставлені перед винаходом.

Джерела інформації:

1. Металлургия чугуна / Е.Ф. Вегман, Б.Н. Жеребин, А.Н. Похвиснев [и др.] // Под ред. Ю.С. Юсфина. - М.: Академкнига, 2004. - 774 с.

2. Вторичные материальные ресурсы черной металлургии: В 2-х т. Т. 2: Шлаки, шламы, отходы обогащения железных и марганцевых руд, отходы коксохимической промышленности, железный купорос: (Образование и использование): Справочник / В.Г. Барышников [и др.]. - М.: Экономика, 1986. - 344 с.

3. Способ агломерации железородных материалов: Патент № 2494156. Россия. МКИ C21C 1/14. / А.А. Панычев. - № 2012128219/02. - Заявл. 2012.07.03; Опубл. 2013.09.27 // Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень. - 2013. - № 27.

4. Спосіб агломерації залізородних матеріалів: Патент на винахід № 103251 МПК C22B 1/00 // В.Б. Семакова, Є.І. Пілюгін, В.В. Ожогін [та ін.]. - опубл. 25.09.2013. - Бюл. № 18.

5. Вегман Е.Ф. Теория и технология агломерации. - М.: Металлургия, 1974. - 288 с.

6. Ванюкова Н.Д. Исследование влияния количества и крупности углерода на кинетику комплексного восстановления железородных окатышей с центральным угольным ядром / Н.Д. Ванюкова // Теория и практика металлургии. - 1998. - № 2. - С. 28-31.

7. Вегман Е.Ф. Краткий справочник доменщика. - М.: Металлургия, 1981. - 240 с.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб агломерації залізівмісних матеріалів, що включає підготовку компонентів агломераційної шихти та їх спікання, який **відрізняється** тим, що до складу агломераційної шихти вводять у кількості до 150 кг/т агломерату і рівномірно розподіляють по об'єму

гранульовані відходи, які виготовлені з суміші дрібнодисперсних залізовмісних агломераційних, доменних, сталеплавильних і прокатних шлаків з добавкою 20-30 мас. % коксового дрібняку.

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601