



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100806** (13) **C2**
(51) МПК

C21B 7/18 (2006.01)

C21B 7/20 (2006.01)

C21B 5/06 (2006.01)

F27B 1/20 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2011 12520	(72) Винахідник(и): Риженков Олександр Миколайович (UA), Крикунов Борис Петрович (UA), Складановський Євгеній Никифорович (UA), Попов Валерій Євгенович (UA), Іванов Сергій Анатолійович (UA), Буклан Ілля Зіновійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.10.2011	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.01.2013	
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.07.2012, Бюл.№ 13	(73) Власник(и): ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ДОНЕЦЬКСТАЛЬ" - МЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД", вул. Івана Ткаченка, 122, м. Донецьк, 83062 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.01.2013, Бюл.№ 2	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA, 53674, C2, 17.02.2003 SU, 1235899, A1, 07.06.1986 SU, 1271876, A1, 23.11.1986 JP, 64065213, A, 10.03.1989 JP, 05001310, A, 08.01.1993 Тарасов В. П., Грызун В. П., Томаш А. А. Анализ перевешивания частиц шихты на колошнике доменных печи // Черная металлургия. – 1996. - № 5. – С. 9 – 11

(54) СПОСІБ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ ШИХТОЮ

(57) Реферат:

Винахід належить до металургії. Спосіб завантаження доменної печі шихтою включає формування кільцевого зазору між великим конусом і встановленим концентрично екраном, відділення дріб'язку із шихти, що завантажують, при її зсипанні в піч із великого конуса енергією колошникового газу шляхом зміни його швидкості в кільцевому зазорі, осадження дріб'язку на зовнішній поверхні екрана, що виводять трубопроводом, при цьому відділення дріб'язку ведуть зміною швидкості колошникового газу в межах 10-15 м/с, а осаджений дріб'язок включають до складу вдуваного у фурми доменної печі пиловугільного палива, як охолодну добавку фурмених газів до необхідної теоретичної температури, прирівнюваної при використанні природного газу. Винахід дозволяє використовувати відділений дріб'язок у доменному процесі в складі пиловугільного палива з одночасним і необхідним зниженням температури фурмених газів без використання природного газу або вугілля.

UA 100806 C2

Винахід належить до металургії й може бути використаний при завантаженні доменних печей шихтою.

Основними шихтовими матеріалами, що подаються в доменну піч, є агломерат, катуні, брикети, руда, вапняк, кокс мокрого гасіння та ін., які у своєму складі мають дріб'язок. Найбільш шкідливою фракцією для газопроникнення стовпа шихтових матеріалів є фракція 3,0-0 мм. Тому віддів по вертикалі дріб'язку фракцією 3,0-0 мм, що включає металеву й неметалеву частини шихти, що впливає на протитечію і профіль шахти як гарнісажоутворююча її частина, енергією колошникового газу від порції завантажуваної шихти на останньому етапі завантаження, є актуальним підходом до поліпшення протитечії в доменній печі.

На багатьох доменних печах для поліпшення протитечії агломерат у підбункерному приміщенні перед завантаженням у піч просівають на колосниковому грохоті із шириною щілини 5 мм, "провал" на грохоті 5-0 мм відправляють на аглофабрику для повторного спікання, тобто утилізують.

Цей спосіб завантаження доменної печі розповсюджений. Однак він матеріаломісткий через систему аспірації. Зі зношуванням колосників щілина розширюється, провал збільшується до 8 мм. Через геометрію підбункерного приміщення не скрізь вписується, застосовується тільки на металургійних заводах, що мають аглофабрику. Інші складові шихти доменної плавки при цьому вносять у піч дріб'язок.

Відомий спосіб завантаження доменної печі, що включає завантаження руди й коксу в змішаному й роздільному стані, при цьому періоди завантаження з роздільним дозуванням компонентів шихти й сумішшю чергують у відношенні (1-25):(1-100) повних обсягів шихти в печі, а в кожному періоді завантаження подачі одного типу роблять поспіль [SU, № 1235899 A1, кл. C21B7/18, 7/20, опубл. 07.06.1986 р.].

При реалізації відомого способу дріб'язок залізорудної частини шихти, внаслідок великої різниці у швидкості газового потоку на периферії й у центрі, перерозподіляється цим газовим потоком по перетину колошника, тим самим погіршуючи газопроникність.

Найбільш близьким аналогом пропонованого винаходу є спосіб завантаження доменної печі шихтою, реалізований відомим колошниковим пристроєм доменної печі, що включає формування кільцевого зазору між великим конусом і встановленим концентрично екраном у вигляді зрізаного конуса в процесі завантаження шихти з великого конуса, відділення дріб'язку із завантажуваної шихти при її зсипанні в піч із великого конуса енергією колошникового газу шляхом зміни швидкості в кільцевому зазорі з урахуванням його температури й тиску, осадження дріб'язку 3,0-0,31 мм і більше на зовнішній поверхні екрана, який трубопроводом виводять у накопичувальні ємності, спрямування найбільш дрібних частинок (0,31-0 мм) у газовідвід і далі в пилоуповлювачі доменної печі (UA, № 53674C2, кл. C21B5/00, опубл. 17.02.2003 р.).

Відомий спосіб не забезпечує досягнення необхідного технічного результату по наступних причинах.

При завантаженні доменної печі відомим способом швидкість колошникового газу в кільцевому зазорі не регулюється залежно від виду матеріалів шихти, яку вдувають, що приводить до погіршення складу відділеного "шкідливого" гарнісажоутворюючого дріб'язку. Відділений дріб'язок не утилізують як добавку до пилувугільного палива (ПВП) як охолоджувач фурмених газів, що не дозволяє використовувати температуру гарячого дуття й додатковий кисень у необхідних межах. У зв'язку з неможливістю використання дріб'язку як добавку до ПВП, спосіб не дозволяє виключити із процесу такі охолоджувачі як природний газ або дорогі вугілля марки "Г".

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення способу завантаження доменної печі шихтою, у якому за рахунок оптимізації й обмеження швидкості колошникового газу в кільцевому зазорі залежно від виду шихти, що вдувають, забезпечується оздоровлення стовпа шихти й поліпшення протитечії, що дозволяє також використовувати відділений дріб'язок у доменному процесі в складі пилувугільного палива з одночасним і необхідним зниженням температури фурмених газів без використання природного газу або вугілля марки "Г".

Поставлена задача вирішується тим, що в способі завантаження доменної печі шихтою, що включає формування кільцевого зазору між великим конусом і встановленим концентрично екраном, відділення дріб'язку із шихти, що завантажують, при її зсипанні в піч із великого конуса енергією колошникового газу шляхом зміни його швидкості в кільцевому зазорі, осадження дріб'язку на зовнішній поверхні екрана, що виводять трубопроводом, згідно відділення дріб'язку ведуть зміною швидкості колошникового газу в межах 10-15 м/с, а осаджений дріб'язок включають до складу пилувугільного палива, яке вдувають у фурми доменної печі як охолодну

добавку фурмених газів до необхідної теоретичної температури, прирівнюваної при використанні природного газу.

Приклад

Спосіб завантаження доменної печі шихтою був випробуваний на доменній печі обсягом 1033 м³. Попередньо формували кільцевий зазор між великим конусом і встановленим концентрично екраном для забезпечення швидкості колошникового газу, рівної 7 м/с (S_r). Далі здійснювали завантаження шихти, у процесі якої відділяли дріб'язок із шихти, що завантажують, при її зсипанні в піч із великого конуса енергією колошникового газу шляхом зміни швидкості колошникового газу в кільцевому зазорі до значень, що перебувають у діапазоні 10-15 м/с. При цьому дріб'язок осаджували на зовнішній поверхні екрана, які потім виводили трубопроводом у емності для включення до складу вдуваного у фурми доменної печі ПВП як охолодної добавки фурмених газів до необхідної теоретичної температури, прирівнюваної при використанні природного газу.

У таблиці 1 представлені дані, що підтверджують залежність діаметра дріб'язку, що виноситься газом з печі, від швидкості газу, виду матеріалу, коефіцієнта опору й числа Рейнольдса.

З таблиці 1 видно, що діаметр дріб'язку, що виноситься при швидкості колошникового газу $S_1 = 10$ м/с для агломерату - 1,48 мм, для коксу - 3,5 мм, для шлакоутворюючих - 2,2 мм.

При швидкості колошникового газу $S_2 = 15$ м/с, діаметр дріб'язку, що виноситься, становить: для агломерату - 2,62 мм, для коксу - 3,1-3,5 мм, для шлакоутворюючих - 2,86 мм. Цей другий режим завантаження здійснювали на базі закону $P \times V = P_1 \times V_1 = \text{const}$, тобто через тимчасове, на період відкриття великого конуса, зниження тиску на колошнику, наприклад, з 1,25 ати до 0,8 ати.

З огляду на порізність матеріалів, що зсипаються з великого конуса, 0,6-0,8 м³/м³, тобто 0,7 середнє (сер.), запобігання влучення "шкідливої" фракції забезпечується номінальною швидкістю газу в шарі матеріалів, що зсипається з великого конуса, рівної: $S_1 = S_r : 0,7 = 7 : 0,7 = 10$ м/с.

Граничну швидкість газу 15 м/с у шарі, що зсипається, підтримували за рахунок тимчасового зниження тиску:

$$S_2 = \frac{7}{0,7_{\text{ср.}} \times 0,8 / 1,25} = \frac{7 \times 1,25}{0,7_{\text{ср.}} \times 0,8} = 15,6 \text{ м/с,}$$

де: 7 - швидкість газу у вільному кільцевому зазорі, м/с. (S_r).

Оцінка складу шихти, що завантажується в доменну піч: агломерату, котунів, коксу й шлакоутворюючих у шарі, що зсипається з великого конуса, показала, що фракція дріб'язку була наступною: в агломераті 0,31-2,62 мм, у коксі - до 3,5 мм, у шлакоутворюючих - до 2,86 мм.

Таблиця 1

№ пп	Швид- кість газу, м/с	Агломерат				Кокс				Шлакоутворюючі			
		φ/Re	φ	Re	d, мм	φ/Re	φ	Re	d, мм	φ/Re	φ	Re	d, мм
Колошниковий пил	2,32	0,051	1,83	36	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
Найближчий аналог	4,56	0,0060	0,894	149	0,601	0,0024	0,698	296	1,174	0,0043	0,826	192	0,775
Заявлюваний спосіб	S_1 10	0,00060	0,484	807	1,485	0,00023	0,437	1902	3,500	0,00041	0,494	1204	2,215
	S_2 15	0,00017	0,363	2137	2,621	0,00017	0,177	2529	3,102	0,00012	0,280	2333	2,862

Кількість відділеного дріб'язку: агломерат (фракція 0,31-2,62 мм) - 4,5 мас. %; шлакоутворюючі (фракція 0,31-2,8 мм) - 4,0 мас. %; кокс (фракція 0,31-3,5 мм) - 1,0 мас. %.

З урахуванням питомої витрати шихтових матеріалів, що завантажуються на плавку й ККД відділення дріб'язку, кількість відділеного дріб'язку склало 50-70 кг/т чавуну.

У таблиці 2 наведений склад і маса відділеного дріб'язку при швидкості колошникового газу 10 м/с.

Таблиця 2

Склад	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	C	Інше	Загальна кількість
Вміст компонентів, %	60	12	10	12	6	100
Кількість компонентів, кг/т чавуну	30	6	5	6	3	50

У таблиці 3 наведений склад і маса відділеного дріб'язку при швидкості колошникового газу 15 м/с.

5

Таблиця 3

Склад	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	C	Інше	Загальна кількість
Вміст компонентів, %	60	12,1	10	12,1	5,8	100
Кількість компонентів, кг/т чавуну	41,4	8,3	6,9	8,3	4,0	68,9

Включення відділеного дріб'язку до складу ПВП доцільно, виходячи з:

- необхідності утилізації заліза, кисню, вуглецю, оксиду кальцію;

10 - одночасного й необхідного без природного газу зниження температури фурмених газів, тому що дріб'язок містить у своєму складі окисли заліза, на дисоціацію яких у фурменій зоні витрачається тепло.

Вдування у фурми доменної печі ПВП, до складу якого вводили відділений при швидкості колошникового газу 10 м/с дріб'язку: витратою 50 кг/т, показало, що охолодний вплив на фурмені газу склав:

15 - від Fe₂O₃, що входить до складу відділеного дріб'язку - 380580 кДж;
 - від інших складових - 25256 кДж;
 - сумарне - 405836 кДж, що відповідає зниженню теоретичної температури фурмених газів на 224 °С при витраті дуття 1600 м³/т.

20 Вдування у фурми доменної печі ПВП, до складу якого вводили відділений при швидкості колошникового газу 15 м/с дріб'язок витратою 68,9 кг/т, показало, що охолодний вплив на фурмені газу склав:

25 - від Fe₂O₃, що входить до складу відділеного дріб'язку - 525200,4 кДж;
 - від інших складових - 34636,8 кДж;
 - сумарне = 559837,2 кДж, що відповідає зниженню теоретичної температури фурмених газів на 296,3 °С при витраті дуття 1600 м³/т.

Реалізація пропонованого способу показала високий вплив дріб'язку на температуру фурмених газів, що забезпечує можливість максимального використання температури гарячого дуття, збагачення дуття киснем у можливих та необхідних межах.

У таблиці 4 представлені показники роботи печі після відділення дріб'язку ("М").

30 Використання пропонованого способу завантаження доменної печі шихтою забезпечує наступні переваги:

1. Дозволяє оздоровити стовп шихти й поліпшити протитечію у печі доменного газу й матеріалів за рахунок відділення "шкідливого" гарнісажоутворюючого по шахті печі дріб'язку від всієї завантажуваної шихти.

35

Таблиця 4

Показники	Базовий період	Розрахунковий "М"
Витрата коксу, кг/т	430	380-400
Витрата ПВП, кг/т	150	200+50 "М"
Витрата природного газу, м ³ /т	33	-
Витрата O ₂ , м ³ /т	75	125-135
Температура гарячого дуття, °С	1010	1070-1100
Виробництво, т/доб.	2150	2400
Марка коксу	КДП2	КДП2
Участь вугілля для ПВП	"Т": "Г" = 1:1	"Т": "М" = 4:1
Коефіцієнт заміни, кг/кг	0,7	0,72

2. Утилізація дріб'язку як добавку до ПВП як додаткового охолоджувача фурмених газів, що дозволяє використовувати температуру гарячого дуття й додатковий кисень у необхідних межах.

3. Високий охолоджуючий вплив дріб'язку (дисоціація $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$ і атомарний кисень) на фурмений газ дозволяє виключити із процесу такі охолоджувачі як природний газ або дорогі вугілля марки "Г" зі збереженням коефіцієнта заміни коксу, при цьому забезпечується зниження пожежо- і вибухонебезпечності.

4. Спрощення готування ПВП, зниження її собівартості з одночасним, збільшенням витрати. Зв'язаний кисень у вигляді FeO може досягати центральної зони горна печі й по реакції $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$ виконувати функцію зварювальних шлаків.

5. Зниження вмісту часток дріб'язку в стовпі матеріалів при завантаженні шихти в піч дозволяє значно знизити й навіть виключити гарнісажоутворення в печі, що приводить до стабільної її роботи без самоосадів і розладів.

15 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб завантаження доменної печі шихтою, що включає формування кільцевого зазору між великим конусом і встановленим концентрично екраном, відділення дріб'язку із шихти, що завантажують, при її зсипанні в піч із великого конуса енергією колошникового газу шляхом зміни його швидкості в кільцевому зазорі, осадження дріб'язку на зовнішній поверхні екрана, що виводять трубопроводом, який **відрізняється** тим, що відділення дріб'язку ведуть зміною швидкості колошникового газу в межах 10-15 м/с, а осаджений дріб'язок включають до складу пиловугільного палива, яке вдувають у фурми доменної печі як охолодну добавку фурмених газів до необхідної теоретичної температури, прирівнюваної при використанні природного газу.

25

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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