



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 90712

(13) U

(51) МПК

C22B 1/14 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 14722**

(22) Дата подання заявки: **16.12.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.06.2014**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.06.2014, Бюл.№ 11**

(72) Винахідник(и):

**Чернега Дмитро Федорович (UA),
Нещадим Валерій Миколайович (UA),
Кудь Петро Денисович (UA),
Прилуцький Михайло Іванович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ",
пр. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)**

(54) ШИХТА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОТУНІВ

(57) Реферат:

Шихта для виготовлення котунів розміром 10-20 мм містить концентрат залізної руди, залізну товарну руду, вапняк та бентоніт. Додатково містить 12-14 % вуглецю з дисперсністю частинок 0,08-1 мм, як шлакоутворюючу і в'язучу добавку вапняне молоко в кількості 3,0-3,5 %, а також окремо додано вуглецеву засипку з вмістом торфу 2-3 %, якою заповнюється міжгранульний простір, і суміш концентрату і негашеного вапна у відношенні 1:1 для нанесення захисного шару на поверхню гранул.

UA 90712 U

Корисна модель належить до області доменного виробництва чавуну, а зокрема, до підготовки шихтових матеріалів у вигляді котунів або агломерату для доменної плавки.

Відомо, що до складу шихти для виготовлення котунів входить концентрат залізної руди, залізна руда, певна кількість вапняку (8-16 %) і бентонітова глина (0,6-1,5 %) як в'язуча речовина (Чернега Д.Ф., Богушевський В.С., Готвянський Ю.Я. і др. Основи металургійного виробництва металів і сплавів. - К.: Вища шк., 2006. - 504 с; Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. - М.: Металлургия, 2002. - 768 с; Вегман Е.Ф. Краткий справочник доменщика. - М.: Металлургия, 1981. - 240 с). В наведених літературних джерелах відмічається необхідність згрудкування шихтового матеріалу у вигляді котунів або агломерату. Така компактна шихта характеризується достатньою міцністю, поруватістю, відновлюваністю, відповідною температурою розм'якшення та пониженим вмістом пустої породи. Однак, використання такої компактної шихти у вигляді котунів у доменній плавці супроводжується значною витратою коксу, в результаті їх низького ступеня металізації, що не дозволяє суттєво підвищити продуктивність плавильного агрегату. Крім того, застосування природного газу як джерела теплової енергії при випалюванні котунів та використання бентоніту, як в'язучої добавки, значно здорожують виготовлення шихтових матеріалів.

Відомі шихтові матеріали з яких створюються котуни з високим ступенем металізації (90-95 %). Для виготовлення таких котунів застосовувався промисловий реактор Мідрекс і пілотна установка, яка моделювала технологічний режим реактора ХІЛ (Рыбкин В.С., Леонтьев Л.И., Леушин В.Н. и др. Разработка технологических схем металлизации качканарских окатышей // Сталь. - 2008. - № 7. - С. 16-19.). Такі шихти з використанням даного технологічного процесу забезпечують отримання котунів з достатньою міцністю, пористістю і ступенем металізації 90 % і більше, які можуть використовуватись для плавки в електропечах. Однак, компактна шихта виготовлена по даним технологіям є надто дорога і енергозатратна, економічно не вигідна для доменного процесу. Крім того, технологія виготовлення котунів з даної шихти є надто громіздкою, оскільки є двостадійною і включає спочатку спікання котунів на випалювальних конвеєрних машинах, а потім їх металізацію на установці Мідрекс.

Найбільш близьким аналогом до шихти, що пропонується для виготовлення котунів, є традиційна шихта, яка містить концентрат залізної руди, залізну товарну руду, вапняк та бентоніт (Першуков А.А., Соболев А.В. Справочник рабочего фабрики окомкования. - Челябинск: Металлургия, 1988. - С. 36-49.). Однак, як відмічалось вище, компактна шихта у вигляді котунів після випалювання їх на конвеєрних машинах характеризується низьким ступенем металізації, значною витратою газоподібного палива та в'язучої речовини - бентоніту.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити шихту для виготовлення котунів розміром 10-20 мм для отримання ступеня металізації 30-35 %, збереження міцності котунів і економії бентоніту за рахунок того, що вона додатково містить 12-14 % вуглецю з дисперсністю частинок 0,08-1 мм, а як шлакоутворюючу і в'язучу добавку вапняне молоко в кількості 3,0-3,5 %. Причому для зменшення витрати природного газу в процесі спікання і зниження температури спалахування твердого палива до неї окремо додається вуглецева засипка з вмістом торфу 2-3 %, якою заповнюється міжгранульний простір, а для зменшення вторинного окиснення заліза, підвищення термостійкості котунів і запобігання сплавленню їх у шматки великого розміру до неї окремо додається суміш концентрату і негашеного вапна у відношенні 1:1 для нанесення захисного шару на поверхню гранул безпосередньо перед їх спіканням.

Поставлена задача вирішується тим, що в шихті для виготовлення котунів розміром 10-20 мм, яка включає концентрат залізної руди, залізну товарну руду, вапняк та бентоніт, згідно з корисною моделлю, вона додатково містить 12-14 % вуглецю з дисперсністю частинок 0,08-1 мм, а як шлакоутворюючу і в'язучу добавку вапняне молоко в кількості 3,0-3,5 %. Новим є також те, що для зменшення витрати природного газу в процесі спікання і зниження температури спалахування твердого палива до неї окремо додається вуглецева засипка з вмістом торфу 2-3 %, якою заповнюється міжгранульний простір, а для зменшення вторинного окиснення заліза, підвищення термостійкості котунів і запобігання сплавленню їх у шматки великого розміру до неї окремо додається суміш концентрату і негашеного вапна у відношенні 1:1 для нанесення захисного шару на поверхню сформованих гранул безпосередньо перед їх спіканням.

Технічний результат досягається за рахунок створення відновлювальної атмосфери в процесі випалювання у сформованих із запропонованої шихти гранулах, при наявності в них 12-14 % вуглецю (дисперсного твердого палива), що супроводжується збільшенням вмісту СО у газовій фазі, а також у зв'язку з уповільненням доступу кисню і зменшенням витоку рідкої фази з ядра гранул в процесі спікання котунів і, особливо, при їх охолодженні в результаті нанесення захисного шару із суміші концентрату і вапна на поверхню гранул товщиною 2,0-2,5 мм, що проявляється у збільшенні вмісту металевого заліза в готовому продукті і отриманні шихтового

матеріалу зі ступенем металізації 30-35 % з одночасним підвищенням термостійкості котунів і зменшенням їх сплавлення у монолітні шматки великого розміру. Крім того, за рахунок стабілізації капілярних сил зчеплення між окремими дисперсними частинками, що входять до складу котунів, при наявності в них як в'язучої речовини вапняного молока в кількості 3,0-3,5 % при одночасному зменшенні у шихті вмісту бентоніту, вдається отримати шихтовий матеріал потрібної якості і зекономити дорогий бентоніт, що проявляється у збереженні міцності спечених котунів, підвищенні виходу придатного у готову продукцію і зниженні її собівартості. Наявність вуглецевої засипки (5 % від маси котунів) з вмістом торфу 2-3 % сприяє зменшенню температури спалахування твердого палива, що призводить до інтенсифікації процесу спікання залізорудного матеріалу, зменшенню витрати природного газу і окиснення гранул в процесі їх нагрівання, що в подальшому безпосередньо відображається на ступені металізації котунів, як шихтового матеріалу для доменної плавки.

У корисній моделі, що заявляється, розробка шихти для виготовлення котунів проводилась наступним чином. В першому варіанті досліджень до складу шихти, що використовувалась як об'єкт досліджень, входило 70 % концентрату, 12 % вапняку, а вміст залізної руди і вуглецю (дисперсного коксу, фракції 0.08-1 мм) змінювались в межах 2-12 % і 6-16 %, відповідно. До визначених сумішей сировинних матеріалів в якості в'язучої речовини додавалось 0,5 % бентоніту і вапняне молоко, вміст якого змінювався в межах 1,0-3,8 %. Базуючись на тому, що котуни для доменного виробництва чавуну, як правило, не містять твердого палива, або містять його в кількості 1-2 %, тоді як для прямого відновлення заліза по технології ITmk-3 вміст твердого палива в котунах коливається в межах 20-30 %. Тому в складі шихти дослідної серії для виготовлення котунів вміст твердого дисперсного палива змінювався в межах 6-16 %.

Після згрудкування суміші сировинних матеріалів на лабораторному грануляторі котуни розміром 10-20 мм підлягали випаленню у печі Таммана при температурі 1593-1598 K (1320-1325 °C) протягом 12-15 хвилин. Після короткої витримки у печі при зазначеній температурі їх охолоджували сумісно з піччю до 1173 K (900 °C), а потім видаляли з печі і охолоджували на повітрі.

В базовому варіанті (найближчий аналог) до складу суміші, що використовувалась для виготовлення котунів, входило 77 % концентрату, 11 % залізної руди і 12 % вапняку, з добавкою до даної суміші 1,2 % бентоніту.

Спечений продукт піддавали хімічному і рентгеноструктурному аналізам з метою визначення ступеня металізації котунів. Для визначення міцності шихтового матеріалу спечені котуни піддавали роздавлюванню на машині МР-0,5-1. Одночасно визначали вихід придатного в готову продукцію з урахуванням барабанної проби.

В табл. 1 наведені результати щодо властивостей котунів, отриманих по двох варіантах, а саме: ступінь металізації спеченого продукту, міцність на стиснення випалених гранул, кількість сплавлених гранул і вихід придатного в готову продукцію.

Аналізуючи дані табл. 1 можна констатувати наступне:

а) у міру збільшення вмісту твердого палива у складі шихти ступінь металізації залізорудного мінералу поступово зростає, досягаючи максимального значення при вмісті твердого палива 16 % (33,5 %). Пояснюється це тим, що використання дисперсного твердого палива у складі котунів дозволяє отримати відновлювальну атмосферу в ядрі гранул замість інтенсивного окиснення їх у зоні нагрівання, як у котунів, отриманих із шихти-прототипу. Причому при збільшенні кількості твердого палива в ядрі гранул зростає вміст CO, як газу-відновника, в газовій фазі, що супроводжується збільшенням вмісту заліза металевого у вигляді "глобальних частинок" всередині гранул і, як наслідок, підвищення ступеня металізації спеченого продукту.

б) у міру збільшення вмісту твердопаливної насадки у складі шихти до 12 % добавкою вапняного молока вдається компенсувати втрату бентоніту і стабілізувати капілярні сили зчеплення між окремими частинками шихти, що проявляється у підвищенні міцності випалених котунів. Однак, при збільшенні вмісту твердого дисперсного палива всередині гранул до 16 % спостерігається поступове падіння міцності випалених котунів, незважаючи на збільшення добавки вапняного молока, як в'язучої речовини, що призводить до зменшення виходу придатного у готову продукцію. Крім того, підвищення основності шихтового матеріалу і вмісту твердого палива супроводжується деяким зниженням вмісту заліза загального у складі котунів і при наявності у шихті твердого палива, як джерела теплової енергії, збільшенням рідкої фази і сплавленням окремих гранул у шматки великого розміру. Все це призводить до зниження металургійної цінності котунів, як шихтового матеріалу для доменного виробництва чавуну.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика фізико-хімічних властивостей котунів, отриманих із шихти різного складу

№ п/п	Шихта для виготовлення котунів по двох варіантах	Характеристика шихти для виготовлення котунів	Вміст твердого палива (коксу) у шихті, %	Добавка вапняного молока, %	Міцність на стиснення випалених котунів, кН/котун	Вихід придатного у готову продукцію, %
1	Шихта-аналог	Концентрат, залізна руда, вапняк, бентоніт 1,2 %	-	-	2,45	78
2	Шихта, що пропонується	Концентрат, залізна руда, вапняк, бентоніт 0,5 %, дисперсний кокс, вапняне молоко	6 8 10 12 14 16	1 2 2,5 3,0 3,5 3,8	1,85 2,25 2,35 2,46 2,42 2,36	66,5 72 76,9 79,5 79,0 74,2

Продовження таблиці 1

№ п/п	Шихта для виготовлення котунів по двох варіантах	Характеристика шихти для виготовлення котунів	Барабанна проба (вихід придатного), %	Ступінь металізації випалених котунів, %	Кількість сплавлених гранул у спеченому продукті, %
1	Шихта-аналог	Концентрат, залізна руда, вапняк, бентоніт 1,2 %	69,5	<1,0	15
2	Шихта, що пропонується	Концентрат, залізна руда, вапняк, бентоніт 0,5 %, дисперсний кокс, вапняне молоко	57,5 70,0 72 78 79,2 75,3	12 20 26,2 30,5 32,0 33,5	35 40 42 45 50 55

- Тому оптимальною твердопаливною насадкою у складі шихтової суміші, що пропонується для виготовлення котунів, слід вважати 12-14 % порохнявого коксу з дисперсністю частинок 0,08-1 мм і добавкою до неї вапняного молока 3,0-3,5 % від маси сформованих котунів. В табл. 2 наведені результати досліджень щодо визначення температури спалахування твердого палива з різним вмістом частинок торфу. Як видно з дослідних даних, температура спалахування частинок торфу при їх вмісті у твердому дисперсному паливі від 1,0 до 3,5 % змінюється несуттєво і коливається в межах 651-658 K (378-385 °C), тоді як швидкість підйому температури зі збільшенням вмісту частинок торфу, після їх спалахування, постійно зростає, що призводить до скорочення часу загорання основного палива і зниження температури його загорання. Зниження температури запалювання основного твердого палива з 1123 K (850 °C) (без добавки торфу) до 1086-1093 K (813-820 °C) (з добавкою 2-3 % торфу) дозволяє суттєво зменшити витрату природного газу на нагрівання вуглецевої засипки у міжгранульному просторі до температури спалахування і за рахунок інтенсифікації процесу спікання швидко пройти температурний інтервал максимального окиснення гранул, а також отримати в офлюсованих котунах достатню кількість рідкої фази, яка, на нашу думку, уповільнюватиме доступ кисню при температурі спікання в ядро гранул і сприятиме росту відновлювального потенціалу, а отже, підвищенню ступеня металізації спеченого продукту. Виходячи з даних табл. 2, оптимальною добавкою у складі вуглецевої засипки, що знаходиться у міжгранульному просторі, слід вважати 2-3 % торфу, оскільки подальше збільшення його, як низькокалорійного палива, у складі вуглецевої засипки є недоцільним.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика твердого палива щодо температури спалахування з різним вмістом торфу

№ п/п	Склад дисперсного твердого палива	Швидкість підйому температури в печі до спалахування торфу, К/хв.	Температура спалахування частинок торфу, К	Швидкість підйому температури наважки палива після спалахування торфу, К/хв.	Час до загорання основного палива після загорання торфу, хв.	Температура загорання основного палива (коксу), К
1	кокс	20	-	-	-	1123
2	кокс + 1 % торфу	20	658	62	7,3	1108
3	кокс + 2 % торфу	20	653	80	5,5	1093
4	кокс + 2,5 % торфу	25	653	84	5,2	1089
5	кокс + 3 % торфу	20	651	87	5,0	1086
6	кокс + 3,5 % торфу	25	653	88	4,9	1084

З урахуванням результатів досліджень (табл. 2), а також з метою зменшення вторинного окиснення заліза, підвищення термостійкості і запобігання сплавленню котунів у шматки великого розміру, були проведені подальші дослідження, результати яких відображені у табл. 3

5

Таблиця 3

Результати досліджень фізико-хімічних властивостей котунів, отриманих із шихти, що пропонується, і шихти найближчого аналога

№ п/п	Шихта для виготовлення котунів	Характеристика шихти для виготовлення котунів	Наявність вуглецевої засипки з вмістом торфу, %	Наявність на поверхні котунів захисного шару
1	Шихта-аналог	Концентрат, залізна руда, вапняк, бентоніт 1,2 %	-	-
2	Шихта, що пропонується	Концентрат, залізна руда, вапняк, бентоніт 0,5 %, дисперсний кокс 12 %, вапняне молоко 3 %. Окремо додаються - вуглецева засипка і суміш концентрату і вапна	Вуглецева засипка (5 % від маси котунів) з 3 % торфу	Захисний шар на поверхні гранул із суміші негашеного вапна і концентрату (1:1) товщиною 2,0-2,5 мм

Продовження таблиці 3

№ п/п	Шихта для виготовлення котунів	Термостійкість гранул (кількість цілих), %	Міцність на стиснення випалених котунів, кН/котун	Ступінь металізації котунів, %	Кількість сплавлених гранул, %	Вихід придатного у готову продукцію, %
1	Шихта-аналог	70	2,45	<1,0	15	78
2	Шихта, що пропонується	75	2,48	34,2	28	80

Наявність захисного шару 2-2,5 мм на поверхні гранул, а також вуглецевої засипки у міжгранульному просторі (до 5 % від маси котунів, що відповідає середньому вмісту твердого

палива в шихті при випалюванні агломерату) дозволяє підвищити термостійкість котунів з 70 до 75 %, ступінь їх металізації до 34,2 % та вихід придатного в готову продукцію з 78 до 80 %, порівняно з котунами виготовленими з шихти-прототипу. Крім того, наявність захисного шару на поверхні гранул суттєво зменшує кількість сплавлених гранул (див. табл. 1, 3), хоча по

5 процентній кількості сплавлених гранул котуни з шихти, що пропонується, поступаються котунам із шихти найближчого аналога. Пояснюється це тим, що захисний шар уповільнює доступ кисню у ядро гранул в процесі спікання і значною мірою запобігає витоку розплаву із гранул, а при їх охолодженні зменшує вторинне окиснення заліза. Наявність вуглецевої засипки з вмістом торфу 2-3 % дозволяє інтенсифікувати процес спікання, швидко пройти

10 температурний інтервал максимального окиснення котунів, створити достатньо рідкої фази у ядрі гранул і тим самим сприяти підвищенню ступеня металізації спеченого продукту.

Результати досліджень (табл. 3) дозволяють стверджувати, що майже по всіх показниках котуни із шихти, що пропонується, переважають котунів із шихти-аналога. Шихта, що пропонується, відкриває можливість економії природного газу при спіканні котунів на конвеєрних машинах і отримання гібридного залізорудного матеріалу зі ступенем металізації 30-35 %.

15

Таким чином, використання шихти, що пропонується, дозволить отримати котуни з підвищеною металургійною цінністю, як шихтовий матеріал економічно вигідний для доменного виробництва чавуну.

20 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Шихта для виготовлення котунів розміром 10-20 мм, яка включає концентрат залізної руди, залізну товарну руду, вапняк та бентоніт, яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить 12-14 % вуглецю з дисперсністю частинок 0,08-1 мм, як шлакоутворюючу і в'язучу добавку вапняне

25 молоко в кількості 3,0-3,5 %, а також окремо додано вуглецеву засипку з вмістом торфу 2-3 %, якою заповнюється міжгранульний простір, і суміш концентрату і негашеного вапна у відношенні 1:1 для нанесення захисного шару на поверхню гранул.

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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