



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85685** (13) **U**
(51) МПК
C22B 1/14 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 07276**
(22) Дата подання заявки: **10.06.2013**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.11.2013**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.11.2013, Бюл.№ 22**

(72) Винахідник(и):
Лялюк Віталій Павлович (UA),
Журавльов Фелікс Михайлович (UA),
Ступнік Микола Іванович (UA),
Учитель Олександр Давидович (UA),
Ляхова Ірина Анатоліївна (UA),
Кассім Дар'я Олександрівна (UA),
Чупринов Євген Валерійович (UA)
(73) Власник(и):
Лялюк Віталій Павлович,
бул. Кірова, 1-а, кв. 101, м. Кривий Ріг,
50038 (UA),
Журавльов Фелікс Михайлович,
вул. Мусоргського, 32, кв. 65, м. Кривий Ріг,
50053 (UA),
Ступнік Микола Іванович,
вул. Джанкойська, 31, м. Кривий Ріг, 50045
(UA),
Учитель Олександр Давидович,
вул. Харитонova, 20-а, кв. 40, м. Кривий Ріг,
Дніпропетровська обл., 50024 (UA),
Ляхова Ірина Анатоліївна,
вул. Горького, 5, кв. 119, м. Кривий Ріг,
50072 (UA),
Кассім Дар'я Олександрівна,
вул. XXII Партз'їзду, 25, кв. 61, м. Кривий
Ріг, 50065 (UA),
Чупринов Євген Валерійович,
вул. Постишева, 11, кв. 33, м. Кривий Ріг,
50006 (UA)

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ОФЛЮСОВАНОГО ОГРУДКОВАНОГО МАТЕРІАЛУ

(57) Реферат:

Спосіб виробництва офлюсованого огрудкованого залізорудного матеріалу включає роздільне дозування компонентів у дві шихти у складі: залізорудний концентрат, флюси, легкоплавкі або тугоплавкі з'єднання, тверде або рідке паливо, зв'язуюча добавка, їх змішування та отримання з кожної шихти сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення, змішування цих сирих котунів, завантаження в обпалювальний агрегат з подальшою їх термообробкою, що включає сушіння, нагрівання, високотемпературний випал і охолодження. В шихтах для отримання сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення використовують залізорудний концентрат з однаковим вмістом SiO_2 в діапазоні 1-10 %.

UA 85685 U

Корисна модель належить до області підготовки залізорудної сировини до металургійного переділу, зокрема до огрудкування тонкоподрібнених залізорудних концентратів, і може бути використана в гірничорудній і металургійній промисловості.

Відомий спосіб виробництва огрудкованого матеріалу, що включає тонке подрібнення бентоніту, вапняку та твердого палива, їх дозування, змішування і огрудкування в певному співвідношенні з концентратом, виготовлення сирих котунів різної основності, їх зміцнювальний випал на конвеєрній колосниковій машині, причому сирі котуни з основністю 0,3-0,7 д.од. і вмістом твердого палива 0-1,2 % та основністю 0,8-1,8 д.од., що містять 1,3-1,5 % твердого палива, змішують у співвідношенні від 1/9 до 9 і обпалюють при температурі, відповідній температурі випалу котунів з основністю 0,3-0,7 д.од. [Авторське свідоцтво СРСР №706459, опубліковано 30.12.1979 р., Бюлетень № 48].

Основним недоліком цього способу є неоднорідність огрудкованого продукту по хімічному і мінералогічному складу, а також істотна нерівномірність крупності огрудкованого продукту, яка обумовлена вказаним співвідношенням сирих котунів різної основності, що підтверджується незначним (максимум 4 градуси) збільшенням кута природного укосу. Все це погіршує металургійні характеристики огрудкованого матеріалу. Крім цього, у аналога є суттєва невизначеність абсолютного значення температури випалу котунів.

Найбільш близьким з технічної суті і досягнутому результату є спосіб виробництва офлюсованого огрудкованого матеріалу з суміші легкоплавких і тугоплавких сирих залізорудних котунів, що включає роздільне дозування та змішування компонентів шихти, офлюсування шихти вапняком для отримання легкоплавких котунів та додавання в неї твердого палива в кількості, що визначається відношенням на кожен 1 % вмісту кремнезему в концентраті при його кількості від 10,1 до 15 % до відсоткового вмісту вапняку в шихті за формулою:

$$Y = 0,4 \frac{\text{SiO}_2^K}{I_{\text{ш}}},$$

де SiO_2^K - вміст кремнезему в концентраті, %; $I_{\text{ш}}$ - вміст вапняку в шихті легкоплавких котунів,

а у шихту для отримання тугоплавких сирих котунів вводять флюс, що містить магній, у кількості, яка відповідає основності легкоплавких котунів і вмісту в шихті $\text{MgO}=4-8$ мас. %, при цьому суміш легкоплавких і тугоплавких сирих котунів обпалюють при температурі, яка встановлюється за формулою:

$$T_{\text{обж}}^{\text{см}} = T_{\text{разм}}^{\text{л}} + 2(\text{MgO}_{\text{и}} + \text{MgO}_{\text{ок}}), \text{ } ^\circ\text{C},$$

де $T_{\text{разм}}^{\text{л}}$ - температура розм'якшення легкоплавких котунів, $^\circ\text{C}$; $\text{MgO}_{\text{и}}$ - вміст оксиду магнію у флюсі, %; $\text{MgO}_{\text{ок}}$ - вміст оксиду магнію в котунах, % [Авторське свідоцтво СРСР № 1296615, опубліковано 15.03.1987 р., Бюлетень № 10].

Основними недоліками відомого способу є: відносно низька питома продуктивність (0,63-0,74 т/м² · ч) випалювального агрегату, недостатній вміст грудкуватої (+20 мм) фракції в готовому продукті, що спричинило відносно низький (порівняно з агломератом і коксом) кут природного укосу (32-37 град.); розрахунок кількості вугілля в шихті здійснюється без урахування вмісту в ньому вуглецю і золи, що спотворює облік тепла, яке виділяється в котунах при горінні вуглецю палива; введення в тугоплавку основну (70 %) частину суміші котунів до 8 % MgO збільшить вміст цього оксиду в доменному шлаку до більш 10 %, що істотно підвищить його в'язкість, погіршить здатність знижувати вміст сірки в чавуні та вихід шлаку з доменної печі. Крім того, щоб отримати зазначений вміст MgO в огрудкованому матеріалі необхідно використовувати флюс (доломіт або магнезит), що містить більше 40 % MgO , якого в природі обмежена кількість, у зв'язку з чим його використання для цих цілей економічно недоцільно. Основність тугоплавких котунів у прототипі не розраховується за прийнятим у металургів відношенням CaO/SiO_2 , а за $(\text{CaO} + \text{MgO})/\text{SiO}_2$, тому відношення CaO/SiO_2 у високотемпературних котунах буде нижчим, ніж у низькотемпературних, що спричинить недостатню основність готового огрудкованого матеріалу, необхідність вводити в доменну піч сирий флюс, і відповідно, отримаємо перевитрату коксу в доменній плавці.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення питомої продуктивності випалювального агрегату, зниження питомих витрат електроенергії і тепла та поліпшення металургійних характеристик огрудкованого офлюсованого залізорудного матеріалу для сучасної доменної плавки за рахунок розширення можливостей використання залізорудних концентратів різної глибини збагачення і можливостей конвеєрних випалювальних машин забезпечити підтримку технологічних параметрів для безперервної роботи, без заплавлення

шару котунів та порушення його газопроникності. Для вирішення поставленої задачі необхідно здійснити вибір компонентів шихти, їх оптимальних співвідношень для отримання сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення, визначити кількості кожного типу котунів в суміші для отримання металургійного продукту, а також встановити розмір максимальної температури при термообробці офлюсованого огрудкованого матеріалу для доменної плавки з позитивними металургійними характеристиками агломерату та котунів при відсутності більшості негативних характеристик цих огрудкованих матеріалів.

Поставлена задача вирішується тим, що включає роздільне дозування компонентів у дві шихти у складі: залізорудний концентрат, флюси, легкоплавкі або тугоплавкі з'єднання, тверде та рідке паливо, зв'язуючу добавку, роздільне змішування двох шихт, отримання з кожної шихти сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення, змішування цих двох типів сирих котунів, завантаження їх у обпалювальний агрегат з подальшою їх термообробкою, яка включає сушіння, нагрівання, високотемпературний випал і охолодження готового продукту, згідно з корисною моделлю, у шихті для отримання сирих офлюсованих котунів з низькою температурою плавлення підтримують відношення CaO/SiO_2 в діапазоні 4,3-8,7 д.од., при цьому в шихту для отримання сирих котунів з низькою температурою плавлення вводять: залізорудний концентрат із вмістом SiO_2 в діапазоні 1-10 % і легкоплавкі з'єднання в кількості 0-0,8 % в мінералах егірин, рибекіт, родусіт, глауконіт, а також вуглець в твердому або рідкому паливі в кількості 0-1,2 %, причому крупність сирих котунів з низькою температурою плавлення обмежують розміром 8-14 мм при їх кількості в суміші 21-29 %. У шихту для отримання сирих котунів з високою температурою плавлення також вводять залізорудний концентрат із вмістом SiO_2 в діапазоні 1-10 %, тугоплавкі оксиди (MgO , Cr_2O_3 , TiO_2) у відповідних мінералах (магнезит, хроміт, титаномagnetит) в кількості 0-3,1 %, флюс (вапняк або доломітизований вапняк) в цю шихту не вводиться, сирі котуни виготовляють крупністю 14-20 мм, при їх кількості в суміші 79-71 %; а максимальну температуру випалу суміші сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення підтримують нарівні 1340 ± 50 °C.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Відомо, що для ефективної виплавки чавуну в доменних печах потрібний однорідний повністю офлюсований (з відношенням CaO/SiO_2 рівним 1,25-1,5 д.од. для різних умов доменної плавки), огрудкований (крупністю 10-60 мм) залізовмісний матеріал з максимально високим вмістом заліза і мінімальним вмістом кремнезему [Ефименко Г.Г., Гіммельфарб А.А., Левченко В.Є. Металургія чавуну. - Київ: "Вища школа", 1981. - 495 с]. При цьому такий огрудкований матеріал повинен бути досить міцним, мінімально руйнуватися в процесі завантажувально-розвантажувальних робіт, транспортування від виробника до колошника доменної печі, а також в процесі низькотемпературного (400-800 °C) нагріву і відновлення в доменній печі, мати високу відновлюваність, а також низьку усадку шару матеріалу і високу його газопроникність в процесі високотемпературного (вище 1100 °C) відновлення.

Крім цього, для ефективного розподілу на колошнику доменної печі огрудкований залізорудний матеріал повинен мати кут природного укусу (37-41 град.), аналогічний двом іншим огрудкованим матеріалам (коксу та агломерату), що використовуються в доменній плавці.

В даний час як традиційні огрудковані залізовмісні матеріали в доменній плавці використовуються агломерат і котуни. Агломерат і котуни мають як позитивні, з точки зору доменної плавки, так і негативні металургійні характеристики. Позитивними металургійними характеристиками агломерату є: технологічна можливість виготовляти його з будь-яких залізовмісних матеріалів та відходів металургійного переділу певної крупності, технологічна можливість офлюсовувати до будь-якої необхідної (від 0,1 до 4,5) основності (за співвідношенням CaO/SiO_2), кут природного укусу аналогічний доменному коксу, низькі величини усадки шару і перепаду тиску газу в шарі в процесі високотемпературного (вище 1100 °C) відновлення (табл. 1).

Негативними металургійними характеристиками агломерату є: низький вміст заліза, високий вміст дрібної фракції (0-5 мм) у готовій продукції, широкий діапазон крупності готової продукції, низька міцність на удар і висока стиранність при транспортуванні, низька міцність і висока стиранність в процесі низькотемпературного відновлення, низька відновлюваність (див. табл. 1).

Позитивними металургійними характеристиками котунів є: високий вміст заліза, вузький діапазон крупності, технологічна можливість виробляти котуни з будь-яким необхідним для доменної плавки співвідношенням CaO/SiO_2 тільки у разі використання залізорудного концентрату з вмістом SiO_2 менше 5 %, низький вміст дріб'язку в готовій продукції, висока міцність та низька стиранність при транспортуванні, висока міцність і низька стиранність в процесі низькотемпературного відновлення, висока відновлюваність (див. табл. 1).

Негативними металургійними характеристиками котунів є: технологічна неможливість виготовляти котуни з необхідним для доменної плавки співвідношенням CaO/SiO_2 вище 0,8 д.од. при використанні залізрудних концентратів, що містять більше 5,0 % кремнезему, низький кут природного укосу, високі величини усадки шару і перепаду тиску газу в шарі в процесі високотемпературного (до 1100 °C) відновлення (див. табл. 1).

У запропонованому способі для більш різкої розбіжності температур плавлення котунів з низькою і високою температурою плавлення, а, отже, і більш успішного їх термозміцнення, пропонується використовувати дві шихти: шихта для котунів з високою температурою плавлення виготовляється з концентрату, який містить 1-10 % SiO_2 , для виключення утворення легкоплавких евтектик в цю шихту флюс (вапняк або доломітизований вапняк) не вводиться. Для утворення в процесі високотемпературного випалу тугоплавких сполук в цю шихту вводиться, при необхідності, мінімальна кількість (0-3,1 %) оксидів з високою (більше 2000 °C) температурою плавлення. Шихта з низькою температурою плавлення виготовляється з такого ж концентрату який містить 1-10 % SiO_2 . У цю шихту вводиться вся кількість флюсу (вапняку), яка необхідна для забезпечення заданої основності (CaO/SiO_2) всього огрудкованого продукту яка дорівнює 1,25-1,5 д.од. За рахунок цього в шихті утворюється велика кількість легкоплавких евтектик, які сприяють утворенню необхідної кількості розплаву для локального скріплення при цій температурі котунів що не розплавився з високою температурою плавлення. Введення в цю шихту, при необхідності, мінімальної кількості (0-0,8 % і 1,6-4,2 %), відповідно, легкоплавких з'єднань і вуглецю з твердим та рідким паливом дозволить прискорити розплавлення шихти. Зниження крупності сирих котунів з низькою температурою плавлення до 8-14 мм прискорить їхнє прогрівання і розплавлення, а збільшення крупності сирих котунів з високою температурою плавлення до 14-20 мм сповільнить їх прогрівання і не викличе їх розплавлення при мінімальній кількості тугоплавких сполук до того, як розплавляться котуни з низькою температурою плавлення.

Після високотемпературного випалу та охолодження котуни з високою температурою плавлення є каркасом, а розплавлені котуни з низькою температурою плавлення є зв'язуючим цього каркасу огрудкованого матеріалу. Розмір грудок та їх однорідність залежать від співвідношення в суміші низькотемпературних і високотемпературних котунів, а також рівномірності розподілу низькотемпературних котунів між високотемпературними котунами.

Приклади реалізації способу.

1. Експериментально, на напівпромисловій установці типу "обпалювальна чаша", що імітує режим термообробки котунів на промисловому агрегаті, встановлено (табл. 2), що при виготовленні офлюсованого огрудкованого матеріалу по способу, що заявляється, з різними величинами основності (по співвідношенню CaO/SiO_2 рівними 4,3-8,7 або менш 0,2 д.од.) котунів з низькою і високою температурою плавлення; крупністю сирих котунів з низькою температурою плавлення 8-14 мм, а з високою температурою плавлення - 14-20 мм; вмістом в них SiO_2 1-10 %; вмістом вуглецю в сирих котунах з низькою температурою плавлення 0-1,2 %, а легкоплавких з'єднань - 0-0,8 %; вмістом тугоплавких оксидів в котунах з високою температурою плавлення 0-3,8 %; кількістю в суміші сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення, відповідно, 21-29 % і 79-71 %; суміш сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення обпалювали при максимальній температурі 1290-1390 °C вище, ніж у відомого способу, в результаті чого досягли більш високу питому продуктивність випалювального агрегату (0,9-1,2 т/м² · годину) при менших витратах тепла і електроенергії, відповідно, 418-1213 МДж/т і 39,4-63,7 квт · год./т. При цьому отримали офлюсований огрудкований матеріал з оптимальними металургійними характеристиками (див. табл. 2). Цей матеріал має наступні металургійні характеристики (див. табл. 1, 2), які забезпечують поліпшення техніко-економічних показників доменної плавки: вміст заліза (63,4-64,7 %) аналогічний офлюсованим котунам і вище, ніж у агломераті; основність CaO/SiO_2 (1,25-1,55 д.од.) аналогічна агломерату і вище, ніж у відомому способі та котунах; кут природного укосу (36-41 град.) аналогічний агломерату і вище, ніж у відомому способі та котунів; вміст вузького класу (10-60 мм) в огрудкованому матеріалі (96,8-97,9 %) вище, а вміст дріб'язку (0-5 мм) нижче, ніж у відомому способі і агломераті; міцність на удар і стираність в початковому стані, а також в процесі нагрівання і відновлення (відповідно 93,1-96,7 % і 3,8-2,9 %, а також 73,1-92,8 % і 4,3-3,6 %) краще ніж у відомому способі і агломерату та аналогічні котунам; усадка шару і перепад тиску газу при відновленні (14-26 % і 58-73 Па) краще ніж у відомому способі та котунів і аналогічні агломерату; ступінь відновлення (87,2-93,4 %) вище ніж у агломераті і аналогічний котунам.

2. Запропонований спосіб отримання офлюсованого огрудкованого матеріалу був випробуваний у напівпромислових умовах з використанням випалювальної чаші з внутрішніми

розмірами: діаметр 300 мм і висота 500 мм. Суміш сирих обкотишів завантажувалась у чашу шаром висотою 500 мм і піддавалася термообробці, аналогічної режиму термообробки котунів на промисловій конвеєрній машині: сушінню продувом і просмоктуванням теплоносія з температурою 300-350 °С, підігрів зі швидкістю 100 °С/хв. до максимальної температури випалу просмоктуванням теплоносія, високотемпературний випал просмоктуванням теплоносія з температурою 1290-1390 °С і охолодження зі швидкістю 100 °С/хв., до середньої температури готового продукту 80-120 °С продувом повітря з температурою 18-23 °С. Після термообробки готовий офлюсований матеріал вивантажувався з чаші і піддавався фізико-хімічним та металургійним випробуванням.

Заявлений спосіб може бути здійснений в промислових умовах у діючих цехах з виробництва котунів, в яких необхідно провести певну реконструкцію: на кожному з працюючих потоків дозуються розраховані компоненти шихти для сирих котунів з високою і низькою температурою плавлення, на кожному потоці шихта окремо змішується і завантажується в бункери огрудкувачів, призначених для отримання потрібної кількості сирих котунів високою і низькою температурою плавлення. Сирі котуни з огрудкувачів вивантажуються на один конвеєр послідовно і в процесі транспортування до обпалювального агрегату при перевантаженнях з конвеєра на конвеєр обидва типи сирих котунів змішуються. Укладання суміші сирих котунів на випалювальні візки конвеєрної машини та їх подальша термообробка здійснюється за відомим режимом зі зміною тільки максимальної температури випалу за заявленими абсолютними величинами. Після охолодження готового продукту на випалювальній конвеєрній машині необхідно встановити зубчасту дробарку, аналогічну агломераційній, для руйнування, у разі необхідності, великих спеків. З готового огрудкованого матеріалу на грохоті видаляється дрібна фракція (0-5 мм), виділяється донна і бортова постіль (10-20 мм), а готовий продукт, що залишився, направляється на склад або у вагони для доставки до споживача у доменний цех.

Таким чином, застосування заявленого способу виробництва офлюсованого огрудкованого матеріалу і його використання в доменній плавці дозволить покращити техніко-економічні показники його виробництва і металургійні характеристики готового продукту, що істотно підвищить продуктивність доменних печей і знизить питому витрату коксу у доменній плавці.

Таблица 1

Технологічні показники виробництва та металургійні характеристики огрудкованих залізорудних матеріалів (відомих і запропонованого)

Найменування показників	Промисловий агломерат офлюсований	Промислові котуни офлюсовані та не офлюсовані	Відомий спосіб (аналог)	Відомий спосіб (прототип)	Заявлений спосіб
Питома продуктивність, т/м ² · ч	1,1-1,3*	0,8-1,1**	н. від.	0,63-0,74**	0,9-1,2**
Питома витрата тепла, МДж/т	1947-2452	401-1140	н. від.	н. від.	418-1213
Питома витрата електроенергії, кВт · год./т	43,1-71,3	38,7-69,5	н. від.	н. від.	39,4-63,7
Вміст Fe _{зар.} , %	51,2-57,6	62,2-65,8	н. від.	н. від.	64,7-63,4
Вміст FeO, %	9,1-15,6	1,3-2,7	н. від.	н. від.	2,1-3,8
Вміст SiO ₂ , %	10,4-9,2	7,7-4,7	н. від.	н. від.	1,3-6,9
Основність (CaO/SiO ₂) готового продукту, д.од.	1,2-1,8	0,1-1,25	н. від.	1,2	1,25-1,5
Вміст класів, %:					
60-100 мм	23,7-35,6	0	н. від.	н. від.	0
20-60 мм	55,9-34,3	0	н. від.	29,7-61,1***	85,3-72,4
5-20 мм	12,3-7,8	93,5-97,3	н. від.	64,1-34,6	12,6-24,4
0-5 мм	8,1-20,4	4,5-2,7	н. від.	6,4-4,3	2,1-3,2

Продовження таблиці 1

Технологічні показники виробництва та металургійні характеристики
огрудкованих залізорудних матеріалів (відомих і запропонованого)

Найменування показників	Промисловий агломерат офлюсований	Промислові катуни офлюсовані та не офлюсовані	Відомий спосіб (аналог)	Відомий спосіб (прототип)	Заявлений спосіб
Міцність у барабані, ДСТУ ISO 3271:2005, %:					
на удар (+5 мм)	84,5-57,4	92,4-97,1	н. від.	87,8-93,3	93,1-92,8
стиранність (-0,5 мм)	8,3-10,2	5,8-1,5	н. від.	6,3-4,8	3,8-2,9
Міцність при відновленні, ДСТУ ISO 7215:2008, %:					
міцність (+5 мм)	37,8-49,4	69,3-95,8	н. від.	65,5-80,5	73,1-92,8
стиранність (-0,5 мм)	10,4-9,8	4,7-2,1	н. від.	8,9-5,0	4,3-3,6
Газопроникність і усадка шару при відновленні, ДСТУ 3205-95:					
усадка шару, %	15-18	23-67	н. від.	16-35	14-26
перепад тиску, Па	68-71	108-154	н. від.	60-170	64-78
Ступінь відновлення, ДСТУ ISO 7215:2008, %	65,1-82,3	72,8-91,4	н. від.	н. від.	87,2-93,4
Кут природного укусу, град.	38-41	28-32	32-36	32-37	36-41

* тільки на площі спікання агломації без зони охолодження;

** на площі випалу та охолодження конвеєрної випалювальної машини;

*** у відомому способі (прототип) - +20 мм.

Таблиця 2

Показники процесу запропонованого способу отримання огрудкованого матеріалу

Найменування показників	Запропонований спосіб за прикладами				
	1	2	3	4	5
Основність CaO/SiO ₂ , д.од.					
сирих котунів з н.т.п.*	1,2	8,7	5,1	6,4	4,3
сирих котунів з в.т.п.*	1,2	<0,2**	<0,2**	<0,2**	<0,2**
Крупність, мм:					
всього огрудкованого матеріалу в т.ч.:	н. від.	6-22	8-20	4-20	8-22
сирих котунів з н.т.п.	н. від.	6-14	8-14	4-10	8-14
сирих котунів з в.т.п.	н. від.	12-22	14-20	14-20	16-22
Вміст SiO ₂ , %					
в сирих котунах з н.т.п.	10,1-15,0	10,4	9,8	6,9	5,3
в сирих котунах з в.т.п.	10,1-15,0	5,7	4,2	3,4	2,1
Вміст вуглецю %:					
в сирих котунах з н.т.п.	1,5-3,0***	0	0,5	0,8	1,2
в сирих котунах з в.т.п.	0	0	0	0	0
Флюс					
в сирих котунах з н.т.п.	вапняк	вапняк	вапняк	вапняк	вапняк
в сирих котунах з в.т.п.	0	0	0	0	0
Кількість тугоплавких (MgO, Cr ₂ O ₃ , TiO ₂) сполук, %:					
в сирих котунах з н.т.п.	0	0	0	0	0
в сирих котунах з в.т.п.	MgO=4-8 %	3,1	2,6	1,3	0
Кількість легкоплавких сполук, %:					
в сирих котунах з н.т.п.	0	0	0,2	0,5	0,8
в сирих котунах з в.т.п.	0	0	0	0	0

Показники процесу запропонованого способу отримання огрудкованого матеріалу

Найменування показників	Запропонований спосіб за прикладами				
	1	2	3	4	5
Кількість у суміші, %:					
сирих котунів з н.т.п.	30	21	27	25	29
сирих котунів з в.т.п.	70	79	73	75	71
Максимальна температура обпалу суміші сирих котунів, °C	1260-1295	1390	1320	1350	1290
Питома продуктивність, т/м ² · ч	0,63-0,74	1,25	1,03	1,14	0,9
Питома витрата тепла, МДж/т	н. від.	418,7	1046,9	825,6	1213,4
Питома витрата електроенергії, кВт · год./т	н. від.	39,4	58,2	48,9	63,7
Вміст Fe _{заг} у готовому обпаленому продукті, %	н. від.	63,1	63,6	64,2	64,7
Вміст SiO ₂ у готовому обпаленому продукті, %	н. від.	6,3	5,1	4,9	5,4
(CaO/SiO ₂) готового продукту, д.од.	<1,2	1,35	1,45	1,55	1,25
Кут природного укосу готового продукту, град.	32-37	36	38	41	39
Вміст класів у готовому продукті, %:					
60-00 мм	н. від.	0	0	0	0
20-60 мм	29,7-50,4****	72,4	78,6	80,2	85,3
5-20 мм	44,8-64,1	24,4	19,6	16,3	12,6
0-5 мм	4,8-6,2	3,2	2,8	2,5	2,1
Міцність у барабані готового продукту (ДСТУ ISO 3271:2005), %:					
на удар (+5 мм)	87,8-93,3	96,7	94,2	93,1	92,7
стиранність (-0,5 мм)	6,3-4,9	2,9	3,4	3,6	3,8
Міцність при відновленні (ДСТУ ISO 7215:2008), %:					
міцність (+5 мм)	65,5-80,5	73,1	79,5	87,6	92,8
стиранність (-0,5 мм)	8,9-5,0	4,3	4,1	3,7	3,6
Газопроникність та усадка шару при відновленні (ДСТУ 3205-95):					
усадка шару, %	16-35	26	19	17	14
перепад тиску, Па	60-70	73	64	68	58
Ступінь відновлення (ДСТУ ISO 7215:200), %	н. від.	93,4	91,6	87,2	90,1

* - н.т.п., в.т.п. - відповідно, з низькою і високою температурою плавлення;

** - природна основність без введення флюсу;

*** - кількість вугілля у шихті (%) при вмісті SiO₂ у концентраті 10,1-15,0 %, приведені в експериментах;

**** - вміст фракції + 20 мм.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб виробництва офлюсованого огрудкованого залізорудного матеріалу, що включає роздільне дозування компонентів у дві шихти у складі: залізорудний концентрат, флюси, легкоплавкі або тугоплавкі з'єднання, тверде або рідке паливо, зв'язуюча добавка, їх змішування та отримання з кожної шихти сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення, змішування цих сирих котунів, завантаження в обпалювальний агрегат з подальшою їх термообробкою, що включає сушіння, нагрівання, високотемпературний випал і охолодження, який **відрізняється** тим, що в шихтах для отримання сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення використовують залізорудний концентрат з однаковим вмістом SiO₂ в діапазоні 1-10 %; при цьому у шихту для отримання сирих котунів з низькою температурою

- плавлення вводять вапняк у кількості, що забезпечує співвідношення CaO/SiO_2 в межах 4,3-8,7 д.од., легкоплавкі з'єднання в кількості 0-0,8 %, а також вуглець в твердому або рідкому паливі в кількості 0-1,2 %, причому крупність сирих котунів обмежують розміром 8-14 мм при їх кількості в суміші 21-29 %; а у шихту для отримання сирих котунів з високою температурою плавлення вводять тугоплавкі оксиди в кількості 0-3,1 %, крупність сирих котунів підтримують в діапазоні 14-20 мм, а їх кількість в суміші 79-71 %; при цьому максимальну температуру випалу суміші сирих котунів з низькою і високою температурою плавлення підтримують на рівні 1340 ± 50 °С.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що у шихту для отримання сирих котунів з низькою температурою плавлення вводять легкоплавкі з'єднання в мінералах: егірін, рибекіт, родусіт, глауконіт, а у шихту для отримання сирих котунів з високою температурою плавлення вводять тугоплавкі оксиди MgO , Sr_2O_3 , TiO_2 в мінералах: доломіт, магнезит, хроміт, титаномagnetит.

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