



УКРАЇНА

(19) UA (11) 76991 (13) C2  
(51) МПК  
C21B 13/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА МЕТАЛЕВОГО ЗАЛІЗА (ВАРІАНТИ)

1

(21) 2004021003  
(22) 17.06.2002  
(24) 16.10.2006  
(86) PCT/JP02/05995, 17.06.2002  
(31) 2001-212714  
(32) 12.07.2001  
(33) JP  
(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.  
(72) Цуге Осаму, JP, Таніракі Ясукіро, JP, Кобаясі Ісао, JP, Токуда Кодзі, JP, Кікуті Соїті, JP, Іто Сузо, JP  
(73) МІДРЕКС ІНТЕРНЕТШНЛ Б.В. ЦЮРІХ БРАНЧ, CH  
(56) US 6251161 B1, 26.06.2001  
Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.137884/1978 (Laid-open No. 54340/1980), 12.04.80  
JP 2001181719 A, 03.07.2001  
(57) 1. Спосіб виробництва металевго заліза у відновлювальній плавильній печі з рухомим подом, при якому до подачі суміші, яка містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза, формують відновлюваний під шляхом укладання на рухомий під матеріалу поду у вигляді шару, після чого здійснюють укладання на під суміші, яка містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза, нагрівання суміші для відновлювального плавлення оксидів заліза, охолодження отриманого таким чином металевго заліза і вивантаження металевго заліза з відновлювальної печі, який **відрізняється** тим, що в процесі роботи печі забезпечують оновлення частини або усього відновлюваного поду, зношеного в процесі роботи печі, шляхом подавання матеріалу поду.  
2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що періодично або постійно видаляють повністю або частково відновлюваний під, який зношується в процесі експлуатації.  
3. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що регулюють товщину відновлюваного поду.  
4. Спосіб за п.2, який **відрізняється** тим, що відновлюваний під оновлюють шляхом подавання матеріалу поду після видалення зношеного відновлюваного поду.  
5. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що матеріал поду містить речовину, якій властива висока температура плавлення і стійкість до роз'їдання

2

шлаком, що утворюється.  
6. Спосіб за п.5, який **відрізняється** тим, що матеріал поду містить також вуглецевмісну речовину.  
7. Спосіб за п.5, який **відрізняється** тим, що речовина з високою температурою плавлення містить оксиди, включаючи глинозем і/або магnezит, або ж карбід кремнію.  
8. Спосіб за п.5, який **відрізняється** тим, що матеріал поду містить каталізатор для спікання.  
9. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що відновлюваний під розм'якшують перед оновленням відновлюваного поду.  
10. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що після укладання матеріалу поду, у вигляді шару на рухомий під з метою формування відновлюваного поду, укладають у вигляді шару модифікатор атмосфери, який містить порошковий вуглецевмісний матеріал, після чого подають суміш.  
11. Спосіб за п.10, який **відрізняється** тим, що матеріал поду змішують з модифікатором атмосфери.  
12. Спосіб за п.10, який **відрізняється** тим, що модифікатор атмосфери укладають у два або більше шарів.  
13. Спосіб за будь-яким з пп.1-12, який **відрізняється** тим, що шар вуглецевмісного матеріалу укладають між рухомим подом і відновлюваним подом або між відновлюваним подом і відновлюваним подом, укладеним на вказаний відновлюваний під.  
14. Спосіб виробництва металевго заліза у відновлювальній плавильній печі з рухомим подом, при якому до подачі суміші, яка містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза, формують відновлюваний під шляхом укладання на рухомий під матеріалу поду у вигляді шару, після чого здійснюють укладання на під суміші, яка містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза, нагрівання суміші для відновлювального плавлення оксидів заліза, охолодження отриманого таким чином металевго заліза і вивантаження металевго заліза з відновлювальної печі, який **відрізняється** тим, що в процесі роботи печі забезпечують оновлення частини або усього відновлюваного поду, зношеного в процесі роботи печі, шляхом укладання матеріалу поду у вигляді шару на відновлюваний під або шляхом подавання матеріалу поду на поверхню зношеного відновлюваного поду.

(19) UA (11) 76991 (13) C2

15. Спосіб за п.14, який **відрізняється** тим, що матеріалом поду заповнюють вибоїни, що утворилися на поверхні шару поду в процесі експлуатації вказаних відновлювальних плавильних печей.

16. Спосіб за будь-яким з пп.14, 15, який **відрізняється** тим, що шар вуглецевмісного матеріалу укладають між рухомим подом і відновлюваним подом або між відновлюваним подом і відновлюваним подом, укладеним на вказаний відновлюваний під.

17. Спосіб виробництва металевого заліза у відновлювальній плавильній печі з рухомим подом, при якому до подачі суміші, яка містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза, формують відновлюваний під шляхом укладання на рухомий під матеріалу поду у вигляді шару, після чого здійснюють укладання на під суміші, яка містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза, нагрівання суміші для відновлювального плавлення оксидів

заліза, охолодження отриманого таким чином металевого заліза і вивантаження металевого заліза з відновлювальної печі, який **відрізняється** тим, що в процесі роботи печі забезпечують оновлення частини або усього відновлюваного поду, зношеного в процесі роботи печі, шляхом подавання матеріалу поду, причому зношений в процесі експлуатації відновлюваний під видаляють разом із залишками заліза, при цьому для отвердження розплавленого заліза, яке залишається на поверхні зношеного в процесі експлуатації відновлюваного поду, на відновлюваний під подають охолоджувач.

18. Спосіб за п.17, який **відрізняється** тим, що шар вуглецевмісного матеріалу укладають між рухомим подом і відновлюваним подом або між відновлюваним подом і відновлюваним подом, укладеним на вказаний відновлюваний під.

Даний винахід відноситься до способу виробництва металевого заліза, і більш конкретно до способу виробництва металевого заліза, який застосовується для виробництва металевого заліза шляхом подачі суміші, що містить вуглецевмісний відновник, такий як вугілля, і оксиди заліза, такі як залізна руда, на рухомий під відновної плавильної печі, що відноситься до числа печей з рухомим подом, нагрівання суміші і відновного плавлення оксидів заліза, подальшого охолодження отриманого таким чином металевого заліза, і який вдосконалений таким чином, щоб забезпечити безперервність вказаного виробничого процесу поряд зі стабільністю, одночасно звівши до мінімуму пошкодження поду або виконуючи ремонт пошкоджених ділянок поверхні поду в процесі роботи.

Як спосіб виробництва відновленого заліза відомий процес завантаження суміші оксидів заліза, таких як залізна руда, і вуглецевмісного відновника, такого як вугілля, на під обертальної печі або відновної печі з рухомим подом, наприклад печі з прямим подом, нагрівання суміші в печі за рахунок теплоти випромінювання при русі суміші в печі, і подальшого вивантаження відновленого заліза, отриманого шляхом відновлення оксидів заліза вуглецевмісним відновником, з печі за допомогою будь-якого відповідного розвантажувального пристрою, такого як шнековий механізм.

Однак, у випадку застосування згрудкованої суміші в формі, наприклад, котунів, що утворюються при ударних впливах під час завантаження згрудкованої суміші на під, пил і дрібняк нагромаджуються на поверхні поду. Порошок, що нагромадився, нагрівається і відновлюється нарівні з згрудкованою рудою, так, що той порошок, який нагромадився, переходить в порошок відновленого заліза, а згрудкована суміш переходить в гранульоване відновлене залізо. Гранульоване відновлене залізо вивантажують з печі з допомогою розвантажувального шнека, в той час як порошок відновленого заліза вдавлюється розвантажувальним шнеком в поверхню поду. При безперерв-

ному виробничому процесі, таким чином, виникає проблема, яка полягає в тому, що зростає кількість відновленого залізного порошку, втисненого в під печі, порошок злипається під впливом стискаючих зусиль, періодично прикладених розвантажувальним шнеком, утворюючи на поверхні поду шар заліза. У відновній печі з рухомим подом, в якій в зонах нагрівання і відновлення є висока температура, в той час як в зоні завантаження сировини і зоні вивантаження - відносно низька температура, шар заліза, що сформувався на поверхні поду, виявляє тенденцію до розтріскування і викривлення через температурні перепади між зонами. Потім, у випадку захоплення розвантажувального шнека деформованим шаром заліза, виникають проблеми, такі як припинення виробничого процесу.

Способи розв'язання вказаної проблеми вже пропонувалися винахідниками [Японський патент №3075721]. Згідно з рішенням, що пропонується, порошок, що попадає в під разом із згрудкованою сумішшю і виділяється згрудкованою сумішшю, нагромаджується на поверхні поду, утворюючи на поді шар оксиду заліза, а розвантажувальний пристрій періодично або постійно зсувається в напрямі склепіння печі, регулюючи величину зазору між розвантажувальним пристроєм і шаром оксиду заліза, що формується на поверхні рухомого поду. Це дозволяє стримувати втиснення порошкового відновленого заліза в поверхню поду розвантажувальним пристроєм, і перешкоджати формуванню на поді шару заліза. Крім того, шар відновленого залізного порошку, що нагромадився, періодично зскрібають, що забезпечує безперервність процесу. Рішення, що пропонується, спрямоване на те, щоб забезпечити продовження процесу шляхом зскрібання шару заліза, що утворився на поверхні поду, і періодичного оновлення і ремонту поверхні поду, але не спрямоване на зскрібання самого поду. Як спосіб виробництва металевого заліза відомий процес завантаження суміші оксидів заліза і відновного матеріалу у відновну плавильну піч

з рухомим подом, таку як піч з обертовим подом; нагрівання суміші в печі за рахунок теплоти випромінювання при русі суміші в печі; відновлення оксидів заліза відновним матеріалом; відділення науглецьованого, розплавленого і конденсованого шлаку; охолодження відновленого заліза з метою його затвердіння в формі гранульованого твердого металевго заліза; і подальшого вивантаження гранульованого твердого металевго заліза з печі. У зв'язку з цим винахідники раніше пропонували, наприклад в Японській публікації не розглянутої [патентної заявки №2000-144224], спосіб формування скловидного шару, утвореного з суміші оксидів заліза, вуглецю і кремнезему на поверхні поду печі з обертовим подом, не допускаючи таким чином пошкоджень поду, які заподіюються розплавленим залізом. Однак, оскільки скловидний шар зношується під впливом інфільтрації (проникнення) шлаку і зазнає ерозії при тривалому виробничому процесі, зберігається можливість для внесення удосконалень з метою реалізації стійкого і безперервного виробничого процесу.

Виходячи з описаного існуючого рівня техніки, метою даного винаходу є пропозиція способу виробництва металевго заліза, який дозволяє легко видаляти або ремонтувати поверхню поду навіть при проникненні порошку металевго заліза в поверхню поду, або навіть тоді, коли поверхня поду зазнає інфільтрації шлаку і ерозії, що дозволяє підвищити коефіцієнт готовності і ремонтпридатність поду, і який застосовний при довготривалій безперервній роботі.

Даний винахід, який дозволяє вирішити описані вище проблеми, полягає в способі виробництва металевго заліза, що включає подачу суміші, яка містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза на під відновної плавильної печі з рухомим подом, нагрівання суміші для відновного плавлення оксидів заліза, охолодження отриманого таким чином металевго заліза і вивантаження металевго заліза з відновної печі, причому матеріал поду укладають на під у вигляді шару перед подачею суміші, формуючи таким чином відновлювальний під з можливістю його повного оновлення, і металеве залізо виробляється одночасно з оновленням матеріалом поду частини або всього відновлювального поду, який зношується в процесі експлуатації.

Крім того, даний винахід полягає в способі виробництва металевго заліза, при якому матеріал поду укладають на рухомий під у вигляді шару перед подачею суміші, формуючи таким чином відновлюваний під, з можливістю його повного відновлення, і металеве залізо виробляється одночасно з оновленням поверхні поду шляхом укладання матеріалу поду у вигляді шару на відновлювальний під, зношений в процесі експлуатації, або шляхом подачі матеріалу поду на поверхню зношеного відновлювального поду.

При практичному застосуванні способу, який є предметом даного винаходу, металеве залізо може вироблятися при заповненні матеріалом поду вибоїн, що утворилися в процесі експлуатації відновних плавильних печей, з метою усунення цих вибоїн.

Згідно з даним винаходом рекомендується періодично або постійно видаляти повністю або частково відновлювальний під, який зношується в процесі експлуатації. Переважно, потрібно регулювати товщину відновлювального поду. У переважному варіанті реалізації даного винаходу відновлювальний під оновлюють шляхом подачі матеріалу поду після видалення зношеного відновлювального поду. Матеріал поду, переважно, містить речовину, що володіє високою температурою плавлення і стійкістю до роз'їдання шлаком, який утворюється. Крім того, матеріал поду, переважно, містить також вуглецевмісну речовину. Рекомендується, щоб речовина з високою температурою плавлення містила оксиди, включаючи глинозем і/або магнезит, або ж карбід кремнію. У переважному варіанті реалізації даного винаходу до матеріалу поду домішують каталізатор для спікання.

У даному винаході переважно після завантаження матеріал поду укладають у вигляді шару на під і формують відновлювальний під, на який у вигляді шару укладають модифікатор атмосфери, що містить порошкову вуглецевмісну речовину, після чого подають суміш. Крім того, в переважному варіанті реалізації даного винаходу матеріал поду змішують з модифікатором атмосфери. У даному винаході, переважно, що після подачі охолоджувача на відновлювальний під, зношений в процесі експлуатації, з метою забезпечити отвердіння розплавленого заліза, яке залишається на поверхні відновлювального поду, відновлювальний під видаляють разом із залишками заліза, а металеве залізо виробляється одночасно з оновленням всього або частини відновлювального поду матеріалом поду.

У даному винаході відновлювальний під може розм'якшитися перед оновленням. Крім того, можливе укладання двох або більше шарів модифікатора атмосфери. При практичному застосуванні даного винаходу між рухомим подом і відновлювальним подом, або між відновлювальним подом і іншим відновлювальним подом, укладеним на колишній відновлювальний під, можливе укладання шару вуглецевмісного матеріалу.

На Фіг.1 показане схематичне зображення відновної плавильної печі з круговим рухомим подом, на який застосовується даний винахід; на Фіг.2 показаний розріз, виконаний по лінії А-А на Фіг.1;

на Фіг.3 показаний розріз відновної плавильної печі в розгорненій формі при спостереженні в напрямі обертання рухомого поду на Фіг.1;

на Фіг.4 показане схематичне зображення первинного формування відновлювального поду;

на Фіг.5 показане схематичне зображення, що демонструє звичайний виробничий процес;

на Фіг.6 показане схематичне зображення, що демонструє знос відновлювального поду;

на Фіг.7 показане схематичне зображення, що демонструє стан, при якому відбувається оновлення відновлювального поду;

на Фіг.8 показане схематичне зображення, що демонструє стан, при якому відбувається оновлення відновлювального поду;

на Фіг.9 показане схематичне зображення, що демонструє стан, при якому відбувається онов-

лення відновлювального поду;

на Фіг.10 показане схематичне зображення, що демонструє стан, при якому відбувається оновлення відновлювального поду;

на Фіг.11 показане схематичне зображення, що демонструє застосування модифікатора атмосфери;

на Фіг.12 показане схематичне зображення, що демонструє застосування двох шарів модифікатора атмосфери;

на Фіг.13 показане схематичне зображення, що демонструє полегшення видалення відновлювального поду, за допомогою шарів вуглецевмісного матеріалу.

Переважний варіант реалізації винаходу

Нижче будуть детально описані варіанти реалізації даного винаходу з посиланням на фігуру. Потрібно відзначити, однак, що наступні варіанти реалізації приведені просто як типові приклади, і даний винахід не обмежується проілюстрованими прикладами.

На Фіг.1-3 показані схематичні зображення, що демонструють один приклад відновної плавильної печі з рухомим подом (печі, що обертається). Піч являє собою куполоподібну структуру, що має рухомий обертовий под тороїдальної форми. Зокрема, на Фіг.1 показане схематичне зображення в плані, а на Фіг.2 показане зображення у вертикальній проекції в розрізі, виконаному по лінії А-А з Фіг.1, а на Фіг.3 показаний розріз відновної плавильної печі в розгорненій формі при спостереженні в напрямі обертання рухомого поду на Фіг.1, призначений для полегшення розуміння. На фігурах позицією 1 позначається обертовий під, а позицією 2 - корпус печі, що накриває обертовий під. Обертовий під, виконаний таким чином, що може приводитися в обертання з потрібною швидкістю приводним пристроєм (не показаний).

Як показано на Фіг.2 як приклад, в певних місцях на поверхні стінки корпусу 2 печі розташовується множина пальників 3. Теплота згоряння і теплота випромінювання, які генерують пальники, передаються суміші, що містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза (яка далі згадується як «шихтова суміш»), яку розміщують на обертовому піді 1 з метою виконання відновлення при нагріванні шихти. Далі даний винахід описаний в зв'язку з випадком застосування, як шихтової суміші, згрудкованого матеріалу, який містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза (який далі згадується як «згрудкована сировина»). Однак даний винахід не обмежується використанням тільки згрудкованої сировини, але може використовувати також порошкоподібну шихтову суміш. Крім того, згрудкованій сировині може бути надана різна форма, така як котуни або брикети.

На Фіг.3 показаний переважний приклад корпусу 2 печі. Внутрішній об'єм корпусу 2 печі ділиться роздільними стінками  $K_1$ - $K_3$  на множину зон, починаючи від відновної зони  $Z_1$  і кінчаючи зоною охолодження  $Z_4$ . Пристрій 4 для завантаження згрудкованої сировини, пристрій 7 для завантаження модифікатора атмосфери і пристрій 5 для завантаження матеріалу поду розташовуються навпроти обертового поду 1 з боку входу в напрямі обертання корпусу 2 печі. Розвантажувальний

пристрій 6 розташовується в крайньому положенні у напрямі обертання (іншими словами, з боку, безпосередньо попереднього завантажувального пристрою 5, що зумовлено структурою, яка рухається по колу).

У процесі експлуатації такої відновної плавильної печі обертовий під 1 обертається із заданою швидкістю, а згрудкована сировина подається із завантажувального засобу 4 на обертовий під 1 таким чином, щоб вийшов шар згрудкованої сировини потрібної товщини. Згрудкована сировина, завантажена на обертовий під 1, нагрівається за рахунок теплоти згоряння і теплоти випромінювання, що генерується пальниками 3, в процесі переміщення у відновній зоні і зоні плавлення  $Z_1$ - $Z_3$ . При нагріванні відбувається відновлення оксидів заліза, що входять до складу згрудкованої сировини, за допомогою оксиду вуглецю, що виділяється в процесі реакції між оксидами заліза і вуглецевмісним відновником в згрудкованій сировині. Потім відновлене залізо, отримане внаслідок майже повного відновлення оксидів заліза, зазнає подальшого нагрівання в насиченій вуглецем атмосфері, внаслідок чого в ході процесу, в якому відбувається науглецювання, плавлення і злипання відновленого заліза, виходять краплі розплавленого металевго заліза, яке відділяється від шлаку, що отримується як побічний продукт. Далі металеве залізо охолоджують за допомогою будь-якого охолоджуючого засобу С в зоні охолодження  $Z_4$  з метою його застигання, і послідовно вигрібається розвантажувальним пристроєм 6, розташованим за зоною охолодження  $Z_4$ . Одночасно відбувається також вивантаження шлаку, отриманого як побічний продукт. Після проходження бункера Н гранульоване металеве залізо і шлак відділяють один від одного за допомогою відповідного розділяючого засобу (такого як сито або магнітний просіваючий пристрій). У результаті можна отримати гранульоване металеве залізо, в якому вміст заліза складає не менше ніж 95%, більш переважно не менше ніж 98% при дуже низькому вмісті компонентів шлаку.

Згідно з даним винаходом, при виробництві металевго заліза з високим ступенем чистоти з використанням відновної плавильної печі з рухомим подом описаного вище типу, основною задачею є захист поду, представленого як обертовий під 1. Наступний опис відноситься, таким чином, насамперед до способів ремонту і оновлення поду. Звичайно, конструкція відновної плавильної печі з рухомим подом, до якої застосовується даний винахід, не обмежується формою і конструкцією, показаною на Фіг.1-3. При умові що відновна плавильна піч включає в себе як конструкційний елемент рухомий під, даний винахід можна також ефективно використовувати для різних відновних плавильних печей з рухомим подом, що має будь-яку іншу конструкцію, наприклад з прямими ґратами.

Даний винахід впроваджується на установці по виробництву металевго заліза, на якій суміш, що містить оксиди заліза, наприклад залізна руда, як джерело заліза, і вуглецевмісний відновник, наприклад вугілля, що служить відновником оксидів заліза, подають на під відновної плавильної печі з

рухомим подом, і нагрівають для відновного плавлення оксидів заліза, а отримане таким чином металеве залізо охолоджують і вивантажують з печі. Далі, даний винахід призначений для захисту поду, який служить опорним шаром при послідовному отриманні металевого заліза в ході операцій нагрівання, відновлення, науглецювання і плавлення, і для забезпечення продовження стабільної роботи шляхом оновлення поверхні поду, що формується при завантаженні сировинної суміші.

Основна ідея даного винаходу полягає в способі виробництва металевого заліза, що включає подачу суміші, яка містить вуглецевмісний відновник і оксиди заліза, на під відновної плавильної печі з рухомим подом, нагрівання суміші для відновного плавлення оксидів заліза, охолодження отриманого таким чином металевого заліза і вивантаження металевого заліза з відновної печі, причому матеріал поду укладають на рухомий під у вигляді шару перед подачею суміші, формуючи таким чином відновлювальний під, і металеве залізо виробляється одночасно з оновленням матеріалом поду частини або всього відновлювального поду, що зношується в процесі експлуатації.

На Фіг.4 і 5 показаний розріз, що демонструє один варіант реалізації даного винаходу. На початку процесу матеріал поду укладають у вигляді шару на вогнетривку футерівку поду 8 відновної плавильної печі з рухомим подом до подачі згрудкованої сировини, формуючи таким чином відновлювальний під 9, який можна оновлювати в залежності від необхідності. Спосіб завантаження матеріалу поду не обмежується яким-небудь одним варіантом, рекомендується завантажувати матеріал поду таким чином, щоб він лягав на вогнетривку футерівку поду шаром рівномірної товщини за рахунок використання пристрою 5 подачі матеріалу поду в процесі обертання поду. Рекомендується також вирівнювати і ущільнювати матеріал поду за рахунок застосування розвантажувального пристрою 6 в процесі обертання поду, після завантаження матеріалу поду на вогнетривку футерівку поду. Це дозволяє сформувати відновлювальний під, що володіє достатньою міцністю і гладкістю при будь-якій бажаній товщині. З іншого боку, замість розвантажувального пристрою 6 можливо використання окремого вирівнюючого пристрою (не показано).

Товщина відновлювального поду не обмежується яким-небудь певним значенням, але рекомендується, щоб товщина відновлювального поду переважно складала не менше 5мм, більш переважно не менше 10мм, якщо враховувати необхідність стримування інфільтрації розплавленого шлаку у вогнетривку футерівку поду і надання відновлювальному поду достатньої міцності, що дозволяє витримувати операції завантаження згрудкованої сировини або вивантаження металевого заліза як продукту і шлаку.

Після формування відновлювального поду згрудкована сировина G подається на відновлювальний під за допомогою пристрою 4 для подачі сировини в процесі руху поду. Як описано вище з посиланням на Фіг.1-3, згрудкована сировина нагрівається за рахунок теплоти згоряння і теплоти випромінювання, що генерується пальниками під

час руху від зони  $z_1$  до зони  $z_3$  відновної плавильної печі, внаслідок чого відбувається відновлення оксидів заліза в згрудкованій сировині в твердій фазі і їх перетворення у відновлене залізо. Далі відновлене залізо нагрівається додатково, при цьому відбувається його науглецювання зі зниженням температури плавлення і подальше плавлення. Розплавлене залізо злипається між собою, утворюючи відносно великі краплі металевого заліза Fe при одночасному відділенні від шлаку, який виходить як побічний продукт і збирається в формі утворюючого побічний продукт шлаку Sg. Потім краплі металевого заліза Fe і побічний шлак Sg піддають охолодженню безпосередньо перед розвантажувальним пристроєм, описаним вище, і переміщують на ділянку, на якій встановлений розвантажувальний пристрій. Після цього гранульоване металеве залізо Fe і побічний шлак Sg, застигли при охолодженні, вигрібають з печі за допомогою розвантажувального пристрою.

Виробництво металевого заліза продовжується таким же чином. Однак при продовженні роботи протягом тривалого часу відновлювальний під поступово зношується і виявляється неможливим продовжувати стабільне виробництво металевого заліза. На Фіг.6 показані приклади зносу відновлювального поду. Так, наприклад, частка розплавленого шлаку, що утворюється як побічний продукт в ході описаного вище відновного плавильного процесу, стикається з відновлювальним подом і проникає в нього. Крім того, при тривалій роботі кількість шлаку, що проник у відновлювальний під, зростає, внаслідок чого відновлювальний під знає корозії або розм'якшення через пониження його температури плавлення, що веде до метаморфічного розширення. У результаті відновлювальний під втрачає міцність і гладкість, які вимагаються від поду, що не дозволяє продовжувати стабільне виробництво металевого заліза. При подальшому продовженні інфільтрації шлаку поширення інфільтрації шлаку і ерозії досягає вогнетривкої футерівки поду. Це зрештою веде до необхідності зупинки печі і виконання ремонту футерівки поду.

Крім того, при виконанні вивантаження застиглих гранульованого металевого заліза Fe і шлаку Sg, металеве залізо Fe і шлак Sg часто завантажуються у відновлювальний під при натисненні розвантажувального пристрою. Особливо гранульоване металеве залізо Fe і шлак Sg можуть легко завантажуватися у відновлювальний під у випадку його розм'якшення по механізму, описаному вище. Шлак Sg, навантажений у відновлювальний під, повертається назад в піч при обертанні поду і плавиться знов під впливом високої температури. Тому навантажений шлак Sg проникає у відновлювальний під подібно до описаного вище розплавленого шлаку. Металеве залізо Fe, навантажене у відновлювальний під, також повертається назад в піч при обертанні поду і плавиться під впливом високої температури. Тому частки навантаженого металевого заліза злипаються між собою або з металевим залізом Fe, отриманим із згрудкованої сировини G, що знову надійшла, утворюючи укрупнені частки металевого заліза. При подальшому збільшенні розмірів часток металевого заліза час-

тки металевго заліза, що зросли в такій мірі, не можуть в достатній мірі охолотитися і застигнути під впливом засобів охолотжування, що є в зоні охолотжування, і тому досягають ділянки вивантаження в формі розплавленого заліза. Вивантаження металевго заліза з печі за допомогою розвантажувального пристрою в такій формі ускладнене. У залежності від типу розвантажувального засобу, що застосовується, металеве залізо Fe і шлак Sg, які можуть легко занурюватися у відновлювальний під, часто представлені в формі дрібних часток металевго заліза Fe і шлаку Sg, які недостатньо мірою злиплися і зросли в ході описаного вище процесу плавлення.

Крім того, в ході операції вивантаження відновлювальний під, що зазнав метаморфічного розширення, іноді захоплюється розвантажувальним пристроєм і частково обдирається. В інших випадках збільшені частки металевго заліза, що залишаються у відновлювальному поді, відділяються з утворенням на їх місці вибоїн. Металеве залізо Fe і шлак Sg мають тенденцію до осідання в таких вибоїнах, прискорюючи таким чином інфільтрацію шлаку у відновлювальний під і додаючи металевому залізу тенденцію до збільшення розмірів і збереження рідкого стану.

Оновлення відновлювального поду, яке виконується в даному винаході, спрямоване на відновлення функції відновлювального поду і на продовження стабільного виробництва металевго заліза. Приклади способів оновлення показані на Фіг.7-10.

На Фіг.7 позицією 9a позначена зношена ділянка відновлювального поду 9. Після вивантаження металевго заліза Fe і шлаку Sg з печі за допомогою розвантажувального пристрою 6 матеріал поду завантажують на поверхню зношеної ділянки відновлювального поду перед подачею згрудкованої сировини G, так що може продовжуватися стабільний процес виробництва металевго заліза. У цей час нижній кінець леза розвантажувального пристрою розташовується на поверхні зношеної ділянки 9a відновлювального поду і при обертанні поду він видаляє частину металевго заліза Fe і шлаку Sg, що залишаються в поверхневому шарі зношеної ділянки відновлювального поду, і вдавлює матеріал поду, що надійшов на поверхню зношеної ділянки відновлювального поду в поверхневий шар відновлювального поду, відновлюючи таким чином функціонування зношеної ділянки відновлювального поду. Завантаження матеріалу поду необов'язково продовжується постійно, і може бути припинене після відновлення функціонування зношеної ділянки відновлювального поду. Потім аналогічна операція оновлення може бути повторена на стадії повторного розвитку зносу відновлювального поду при подальшому продовженні роботи.

Припинення виробництва металевго заліза з метою виконання операції оновлення відновлювального поду веде до зниження коефіцієнта готовності. Однак при сильному зносі відновлювального поду, наприклад при утворенні в поді великих вибоїн, це веде до помітного прискорення інфільтрації шлаку у відновлювальний під і спричиняє збільшення розмірів часток металевго заліза і

збереження його рідкого стану, як це було описано вище. Відповідно іноді можливе припинення виробництва металевго заліза.

При описаному вище способі оновлення, оскільки нижній кінець леза розвантажувального пристрою розташовується на поверхні зношеної ділянки 9a відновлювального поду, більша частина матеріалу поду, за винятком його частини, втисненої в зношену ділянку відновлювального поду, вивантажується з печі розвантажувальним пристроєм. Це веде до збільшення витрати матеріалу поду.

На Фіг.8 показаний інший приклад способу оновлення. Після вивантаження металевго заліза Fe і шлаку Sg з печі за допомогою розвантажувального пристрою 6 матеріал поду завантажують таким чином, щоб він ліг у вигляді шару на поверхню зношеної ділянки відновлювального поду перед подачею згрудкованої сировини G, так що може продовжуватися стабільний процес виробництва металевго заліза. У цей час нижній кінець леза розвантажувального пристрою розташовується на рівні трохи вище за поверхню зношеної ділянки 9a відновлювального поду. Тому частина металевго заліза Fe і шлаку Sg, що залишається в поверхневому шарі зношеної ділянки відновлювального поду не може бути видалена, але на зношеній ділянці відновлювального поду із знову завантаженого матеріалу поду формується новий шар відновлювального поду, відновлюючи таким чином функціонування зношеної ділянки відновлювального поду. Завантаження матеріалу поду необов'язково продовжується постійно і може бути припинене після формування нового шару відновлювального поду.

Товщина нового шару відновлювального поду, укладеного на зношену ділянку відновлювального поду, не обмежується певним значенням, але переважно не повинна бути менше за 2мм, щоб не допустити негативного впливу на новий шар відновлювального поду з боку зношеної ділянки відновлювального поду. Потім аналогічна операція оновлення може бути повторена на стадії повторного розвитку зносу відновлювального поду при подальшому продовженні роботи.

Описаний спосіб оновлення дозволяє зменшити витрату матеріалу поду за рахунок припинення завантаження матеріалу поду після формування нового шару відновлювального поду. Крім того, як і у випадку, показаному на Фіг.7, іноді можливе припинення виробництва металевго заліза з метою виконання операції оновлення відновлювального поду.

Згідно з іншим способом оновлення матеріал поду може заповнювати вибоїни, що утворюються в поверхні шару поду в процесі експлуатації відновної плавильної печі.

На Фіг.9 показаний ще один приклад способу оновлення. Після вивантаження металевго заліза Fe і шлаку Sg з печі за допомогою розвантажувального пристрою 6 зношену ділянку 9a відновлювального поду видаляють повністю або частково до подачі згрудкованої сировини G з метою відкриття нової поверхні відновлювального поду з меншим зносом або з видимою повною відсутністю зносу, так щоб відновити функціонування від-

новлювального поду і продовжувати стабільний процес виробництва металевго заліза. Спосіб видалення зношеної ділянки відновлювального поду не обмежується яким-небудь певним варіантом, і можливо використання будь-якого відповідного засобу видалення (не показаний). При використанні розвантажувального пристрою 6 для видалення зношеної ділянки відновлювального поду можна вивантажувати з печі металеве залізо Fe і шлак Sg, одночасно видаляючи зношену ділянку відновлювального поду. Потім аналогічну операцію оновлення можна повторити на стадії повторного розвитку зносу відновлювального поду з подальшим продовженням роботи. Далі, на тій стадії, коли товщина відновлювального поду досягає мінімального значення, може виробляється завантаження матеріалу поду з метою відновлення товщини відновлювального поду до заданих порогових значень. Хоч це і не показано, але при будь-якому способі видалення зношеної ділянки відновлювального поду матеріал поду може бути використаний знову для відновлення заданої товщини відновлювального поду.

При описаному способі оновлення витрата матеріалу поду меншає, як і у випадку, показаному на Фіг.8. Однак в деяких випадках виникають труднощі з видаленням зношеної ділянки відновлювального поду і зі збереженням при цьому плоскої і однорідної поверхні, причому додання матеріалу поду міняється в залежності від характеру або ступеня зносу відновлювального поду, наприклад при нерівномірному зносі відновлювального поду, або в тих випадках, коли в деяких місцях знос розвивається на велику глибину. Крім того, як і у випадку, показаному на Фіг.7, можливе припинення виробництва металевго заліза з метою виконання операції оновлення відновлювального поду.

На Фіг.10 показаний ще один приклад способу оновлення. Після вивантаження металевго заліза Fe і шлаку Sg з печі за допомогою розвантажувального пристрою 6 зношену ділянку 9a відновлювального поду видаляють повністю або частково до подачі згрудкованої сировини G, і матеріал поду завантажують і укладають у вигляді шару на поверхню відновлювального поду, яка оголилася після видалення, що дає можливість відновити функціонування зношеної ділянки відновлювального поду і продовжувати стабільний процес виробництва металевго заліза. Як і у випадку, показаному на Фіг.9, спосіб видалення зношеної ділянки відновлювального поду не обмежується яким-небудь одним варіантом. Крім того, як і у випадку, показаному на Фіг.8, товщина нового шару відновлювального поду, який укладають на поверхню відновлювального поду, яка оголилася після видалення, не обмежується яким-небудь одним значенням, але переважно не повинна бути менше за 2 мм, щоб не допустити негативного впливу на новий шар відновлювального поду з боку зношеної ділянки відновлювального поду. Потім аналогічна операція оновлення може бути повторена на стадії повторного розвитку зносу відновлювального поду при подальшому продовженні роботи.

При описаному способі оновлення виникають труднощі з видаленням зношеної ділянки відновлювального поду і зі збереженням при цьому пло-

скої і однорідної поверхні, як і у випадку, показаному на Фіг.9, але це не є серйозною проблемою, оскільки на оголеній поверхні відновлювального поду, який лежить знизу, формується новий шар відновлювального поду.

Крім того, як і у випадку, показаному на Фіг.7, можливе припинення виробництва металевго заліза з метою виконання операції оновлення відновлювального поду. Далі, у випадках, показаних на Фіг.9 і 10, при повному або частковому видаленні зношеної ділянки відновлювального поду разом з ним може бути видалена частина відновлювального поду, яка не зазнала зносу.

Для операції видалення металевго заліза і шлаку, що залишається в поверхневому шарі відновлювального поду, або для втиснення нового матеріалу поду в поверхневий шар зношеної ділянки відновлювального поду, або ж як пристрій для видалення зношеної ділянки відновлювального поду можуть використовуватися не тільки розвантажувальні пристрої, такі як пристрої скребачкового або шнекового типу, але і інші пристрої, наприклад фрезерна зачищувальна машина.

Далі, засіб регулювання товщини відновлювального поду не обмежується якимось одним варіантом, але може бути представлений розвантажувальним пристроєм, що застосовується для видалення металевго заліза і шлаку, який залишається в поверхневому шарі відновлювального поду, або прибираючим пристроєм, призначеним для видалення зношеного відновлювального поду, або вирівнюючим пристроєм. У будь-якому випадку товщину відновлювального поду можна регулювати шляхом регулювання просвіту між нижнім краєм (наприклад, граничним положенням краю леза) такого пристрою, встановленого в печі, і відновлювальним подом.

Крім того, спосіб підйому і опускання розвантажувального пристрою або прибирального засобу не обмежується якимсь одним варіантом, але може бути реалізований з використанням лебідки, гідравлічного або пневматичного циліндра і т.д.

Крім описаних вище прикладів способу оновлення відновлювального поду, може бути застосований також будь-який відповідний спосіб оновлення, який відрізняється від проілюстрованих вище, або ж ці способи можуть поєднуватися між собою.

Оскільки відновлювальний під зазнає впливу високої температури в печі і піддається інфільтрації і ерозії розплавленого шлаку, як описано вище, матеріалом поду переважно є речовина, яка володіє високою температурою плавлення і стійка до впливу розплавленого шлаку. Такий матеріал поду містить, наприклад, оксиди, включаючи глинозем і/або магnezію, або ж карбід кремнію. Можливе також використання будь-якої іншої відповідної речовини за умови, що вона володіє перерахованими властивостями. Згідно з даним винаходом матеріал поду може бути представлений одним або декількома видами матеріалів в потрібному поєднанні; тобто, не існує особливих обмежень на кількість видів застосованих матеріалів поду. Крім того, застосування згаданого вище матеріалу поду для формування відновлювального поду дозволяє сповільнити знос відновлювального поду під впли-

вом ерозії розплавленим шлаком. У результаті можна підвищити коефіцієнт готовності установки і знизити витрату матеріалу поду.

Крім того, коли матеріал поду містить вуглецевмісну речовину (коли матеріал поду являє собою суміш корозійностійкого матеріалу, що володіє високою температурою плавлення і що містить вуглець), відновлювальний під може мати пористу структуру внаслідок вигорання вуглецевмісної речовини в печі, що дозволяє подавити метаморфічне розширення, пов'язане з інфільтрацією розплавленого шлаку, а поверхня відновлювального поду може підтримуватися в плоскому і однорідному стані протягом більш тривалого періоду. Пориста структура відновлювального поду є також переважною з точки зору полегшення видалення зношеної ділянки відновлювального поду при оновленні відновлювального поду і зменшення зносу краю леза пристрою для видалення зношеної ділянки відновлювального поду, наприклад розвантажувального пристрою.

Відношення вмісту матеріалу з високою температурою плавлення до вмісту вуглецевмісної речовини не обмежується певним значенням, але рекомендується, щоб воно знаходилося переважно в межах від 20:80 до 80:20, і більш переважно від 70:30 до 30:70. Якщо кількість вуглецевмісної речовини дуже мала, станеться зменшення кількості пор у відновлювальному поді, що веде до зменшення ефекту придушення метаморфічного розширення, пов'язаного з інфільтрацією розплавленого шлаку, і до труднощів з видаленням зношеної ділянки відновлювального поду. І навпаки, якщо вміст вуглецевмісної речовини дуже великий, відновлювальний під може не володіти необхідною міцністю і буде потрібна безперервна подача матеріалу поду в зв'язку з вигоранням і зносом вуглецевмісної речовини в печі, що веде до отримання небажаного результату у вигляді підвищення витрат. Використання як вуглецевмісної речовини вугілля є більш переважним, оскільки вугільна зола додатково створює ефект зв'язуючого для зв'язування матеріалу з високою температурою плавлення і тому додає відновлювальному поду достатню міцність, що дозволяє витримувати операцію завантаження згрудкованої сировини або операцію вивантаження як продукту металевого заліза і шлаку Sg. При застосуванні вугілля з метою насамперед використати зв'язуючий ефект золи, що міститься у вугіллі, відношення вмісту матеріалу з високою температурою плавлення до вмісту вуглецевмісної речовини може бути підібране таким чином, щоб розвинути зв'язуючий ефект, не обмежуючись згаданою часткою вуглецевмісної речовини.

Згідно з даним винаходом матеріал поду може містити каталізатор для спікання. Підмішування каталізатора до матеріалу поду є переважним, оскільки каталізатор для спікання збільшує ефект зв'язуючого для зв'язування матеріалу, що володіє високою температурою плавлення і додає відновлювальному поду достатню міцність, що дозволяє витримувати операцію завантаження згрудкованої сировини або операцію вивантаження металевого заліза як продукції або шлаку. Каталізатором для спікання служать, наприклад, сполуки кварцу, такі

як каолін. Однак можливе також використання будь-якої іншої відповідної речовини за умови, що вона володіє ефектом зв'язуючого.

Частка вмісту каталізатора для спікання не обмежується певною величиною, поки він може збільшувати ефект зв'язуючого, і знаходиться звичайно в діапазоні від приблизно 3 до 15%. Оскільки сполуки кварцу і подібні до них сполуки, приведені як приклад каталізатора для спікання, володіють низькою корозійною стійкістю по відношенню до розплавленого шлаку, не бажано підмішувати каталізатор до матеріалу поду у великій кількості.

Розмір зерен матеріалу з високою температурою плавлення, вуглецевмісної речовини і каталізатора для спікання, які містяться в матеріалі поду, не обмежується певним значенням, але рекомендується, щоб, переважно, він не перевищував в середньому 4мм, більш переважно не перевищував в середньому 2мм, що дозволяє придушувати інфільтрацію розплавленого шлаку і домогтися потрібного балансу між міцністю, що дозволяє витримувати операцію завантаження згрудкованої сировини або операцію вивантаження металевого заліза як продукції або шлаку, і легкістю видалення зношеної ділянки відновлювального поду.

Як показано на Фіг.11, модифікатор атмосфери, що містить порошкоподібну вуглецеву речовину, може бути укладений у вигляді шару на відновлювальний під 9 перед подачею згрудкованої сировини, після чого на цей шар може бути завантажена згрудкована сировина G. Формування шару модифікатора атмосфери 10 забезпечує ефективну нейтралізацію негативного впливу окислювальних газоподібних продуктів згоряння палива палиника, які містять  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ , на відновну атмосферу, що оточує згрудковану сировину G, і ефективно здійснення відновлення, науглецювання і плавлення згрудкованої сировини G. Інший ефект полягає в тому, що кількість  $\text{FeO}$ , що залишається в розплавленому шлаку, меншає, що дозволяє подавити інфільтрацію розплавленого шлаку і ерозію відновлювального поду. Крім того, оскільки модифікатор атмосфери сприяє створенню відновної атмосфери навколо згрудкованої сировини G і служить потім паливом, що згоряє в печі, існує можливість зменшити витрату палива в пальниках, такого як природний газ. Крім того, модифікатор атмосфери служить для придушення інфільтрації розплавленого шлаку у відновлювальний під, полегшення видалення металевого заліза Fe і шлаку Sg з відновлювального поду і більш плавного їх вивантаження з печі.

Приклади модифікатора атмосфери включають вугільний порошок, нафтовий кокс в порошок, і коксовий дрібняк. Товщина шару модифікатора атмосфери не обмежується певним значенням, і дуже тонкого шару модифікатора атмосфери буває достатньо для ефективного розвитку ефекту створення відновної атмосфери навколо згрудкованої сировини і більш плавного вивантаження металевого заліза і шлаку. Звичайно намічених цілей вдається досягти навіть при товщині шару від приблизно 1 до 10мм. Крім того, бажана безперервна подача модифікатора атмосфери в зв'язку



з його згорянням і витрачанням в печі.

Розмір зерен модифікатора атмосфери не обмежується певним значенням, але рекомендується, щоб, переважно, він не перевищував в середньому 5мм, і більш переважно не перевищував в середньому 2мм.

Спосіб завантаження матеріалу поду не обмежується якимось одним варіантом, але рекомендується завантажувати матеріал поду таким чином, щоб він лягав на вогнетривку футерівку під шаром рівномірної товщини, використовуючи для цього пристрій 5 для подачі порошку при обертанні поду.

Крім того, підмішування достатньої кількості матеріалу поду до модифікатора атмосфери рекомендується як простий спосіб розвитку ефекту відновлення функціонування зношеної ділянки відновлювального поду. Матеріал поду, підмішаний до модифікатора атмосфери, переміщається при обертанні поду в напрямі розвантажувального пристрою 6 і вдавлюється в поверхневий шар зношеної ділянки відновлювального поду при впливі розвантажувального пристрою, відновлюючи таким чином функціонування відновлювального поду. Відношення вмісту матеріалу поду до вмісту модифікатора атмосфери не обмежується певним значенням, але рекомендується, щоб воно знаходилося переважно в діапазоні від 30 до 70%. При дуже низькому вмісті матеріалу поду можливе зниження ефекту відновлення зношеної ділянки відновлювального поду. І навпаки, при дуже великому вмісті матеріалу поду можливе зниження ефекту регулювання атмосфери. Підмішування матеріалу поду до модифікатора атмосфери потрібно не завжди, і підмішуванням може виконуватися тільки при відновленні функціонування відновлювального поду. Крім того, спосіб підмішування матеріалу поду до модифікатора атмосфери є переважним з тієї причини, що дозволяє знизити заводські витрати і робочі площі за рахунок того, що для подачі матеріалу поду і модифікатора атмосфери можна використати тільки одну витратну установку.

На Фіг.12 показаний інший виробничий процес з використанням модифікатора атмосфери. Модифікатор атмосфери, що містить порошкоподібну вуглецеву речовину, укладають в формі двох шарів на відновлювальний під 9 перед подачею згрудкованої сировини, після чого на ці шари може бути завантажена згрудкована сировина G. У виробничому процесі, що не передбачає застосування модифікатора атмосфери, показаному на Фіг.7, або у виробничому процесі, в якому модифікатор атмосфери укладають в формі одного шару, як показано на Фіг.11, нижній край леза розвантажувального пристрою 6 завжди стикається з поверхню відновлювального поду, який формується з матеріалу поду, що містить матеріал з високою температурою плавлення, який володіє високою абразивною здатністю, такою як глинозем або магнезія, і тому край леза зазнає помітного зносу. Однак у разі формування двох шарів модифікатора атмосфери, край леза розвантажувального пристрою нижньою стороною розташовується на верхній поверхні шару модифікатора атмосфери і утримується від безпосереднього контакту з відно-

влювальним подом, що володіє високою абразивною здатністю. Це дозволяє збільшити термін служби леза і підвищити коефіцієнт готовності установки. У цьому випадку вираз «формування двох шарів» означає операції по формуванню першого шару модифікатора атмосфери, вирівнюванню поверхні першого шару і формуванню потім іншого (другого) шару модифікатора атмосфери для зручності виробничого процесу. Завдяки формуванню цих двох шарів модифікатора атмосфери край леза розвантажувального пристрою може залишатися в контакті з першим шаром модифікатора атмосфери, коли не допускається безпосереднього контакту з відновлювальним подом. Відповідно навіть в тому випадку, коли модифікатор атмосфери укладають, наприклад, в один шар, тієї ж мети можна досягти, формуючи з модифікатора атмосфери шар такої товщини, при якій край леза може утримуватися в тому положенні, при якому він не стикається з відновлювальним подом, без формування другого шару. Крім того, у разі формування двох шарів модифікатора атмосфери, залишається питанням практичного вибору, чи повинен склад модифікатора атмосфери в першому і другому шарах бути однаковим або розрізнюватися.

Хоча це і не показано, але спосіб оновлення відновлювального поду, заснований на процесі, що передбачає використання модифікатора атмосфери, може застосовуватися на практиці аналогічно описаному вище способу оновлення відновлювального поду, основаному на процесі, що не передбачає використання модифікатора атмосфери.

Як було описано вище, при сильному зносі відновлювального поду іноді виникає ситуація, при якій збільшені частки металевго заліза не можуть в достатній мірі охолотитися і застигнути в зоні охолодження, і досягають ділянки вивантаження в розплавленому стані, так що виробничий процес неможливо продовжувати через складність вивантаження таких збільшених часток металевго заліза з печі розвантажувальним пристроєм. У цьому випадку за рахунок подачі охолоджувача на поверхню відновлювального поду з метою забезпечити застигання розплавленого заліза виникає можливість видати розплавлене залізо і продовжувати роботу. У даному винаході охолоджувач не обмежується рідиною або газом, але може також бути матеріалом з високою температурою плавлення, таким як глинозем або магнезія. Розплавлене залізо може охолотжуватися і застигати, наприклад, за рахунок подачі матеріалу поду, що містить матеріал з високою температурою плавлення, такою як глинозем або магнезія, на ділянку з розплавленим залізом. З іншого боку, розплавлене залізо може охолотжуватися і застигати, наприклад, за рахунок застосування розпилювального пристрою для води і подачі води на ділянку з розплавленим залізом.

В описаній вище операції видалення зношеної ділянки відновлювального поду процедура виконується з важкістю через характер відновлювального поду, однак в такому випадку відновлювальний під можна легко видалити шляхом його розм'якшення. Спосіб розм'якшення відновлювального поду не

обмежується якимось одним варіантом, і відновлювальний під можна розм'якшити за рахунок посилення полум'я пальників з метою підвищення температури в печі і, отже, температури відновлювального поду, або шляхом застосування пальника, спеціально призначеного для безпосереднього нагрівання відновлювального поду з метою підвищення температури відновлювального поду. Температура відновлювального поду в цьому випадку не обмежується певним значенням, але може бути встановлена на певному рівні в залежності від характеру відновлювального поду. Однак на зношеній ділянці відновлювального поду, де розвивається інфільтрація розплавленого шлаку, температура відновлювального поду переважно повинна знаходитися в діапазоні від 1300 до 1550°C, і більш переважно в діапазоні від приблизно 1450 до 1550°C.

Як інший спосіб відновлювальний під можна розм'якшити шляхом внесення в нього, наприклад, домішки, що забезпечує зниження температури плавлення відновлювального поду. Прикладами таких домішок є оксид кальцію, карбонат натрію і фторид кальцію (плавиковий шпат).

З точки зору полегшення видалення зношеної ділянки відновлювального поду, як показано на Фіг.13, шар 10а вуглецевмісного матеріалу може бути сформований шляхом укладання вуглецевмісного матеріалу, наприклад порошкоподібної вуглецевої речовини, у вигляді шару між вогнетривкою футерівкою поду 8 і відновлювальним подом 9, або ж між відновлювальним подом 9 і відновлювальним подом, укладеним на відновлювальний під 9. В будь-якому випадку зношена ділянка відновлювального поду видаляється шляхом опускання краю леза розвантажувального пристрою в будь-яке потрібне положення на шарі вуглецевмісного матеріалу. Оскільки шар вуглецевмісного матеріалу звичайно утворює порошкоподібний крихкий шар, відновлювальний під можна легко видалити за рахунок розділення шару вуглецевмісного матеріалу.

У той час як в приведеному описі як шихтову суміш використовують згрудковану сировину в формі котунів, переваги даного винаходу можуть також бути реалізовані при використанні як шихтової суміші порошкоподібного матеріалу.

Далі даний винахід буде детально описаний на наступному прикладі. Потрібно відмітити, однак, що наступний приклад не повинен обмежувати рамки даного винаходу, і різні модифікації, внесені без відступу від цілей даного винаходу, згаданих вище і нижче, входять в технічний об'єм даного винаходу.

Приклади

Приклад 1

Згрудкована сировина (діаметром близько 16мм), що містить залізну руду і вугілля, завантажили у відновну плавильну піч з рухомим подом, показану на Фіг.1, а потім піддали відновленню в твердій фазі з нагріванням, аж до досягнення ступеня відновлення не менше ніж приблизно 90%, в той час як температура атмосфери в печі підтримувалася на рівні близько 1350°C. Згрудкована сировина потім плавилася в зоні плавлення (температура атмосфери 1450°C). Отримане таким

чином металеве залізо і шлак, як побічний продукт, охолодили до 1000°C з метою застигання, і потім вивантажили з печі за допомогою розвантажувального пристрою (час, що пройшов від завантаження сировини і до вивантаження склав приблизно 12 хвилин). Отримане таким чином гранульоване металеве залізо (діаметр: близько 10 мм) має високий вміст заліза (залізо: близько 97% і вуглець: близько 3%).

Перед завантаженням згрудкованої сировини на під уклали матеріал поду у вигляді шару товщиною 15 мм за допомогою допоміжного засобу завантаження сировини (не показаний), формуючи таким чином відновлювальний під. Крім того, на відновлювальний під був укладений (товщина: 2мм) модифікатор атмосфери (перший шар, матеріал: вугілля), який вирівняли розвантажувальним пристроєм. Потім на перший шар атмосферного модифікатора був укладений атмосферний модифікатор (товщина: 3мм). Потім був початий виробничий процес шляхом подачі згрудкованої сировини на два шари модифікатора атмосфери. Після операцій охолодження і застигання металеве залізо і шлак витягли за допомогою розвантажувального пристрою, розташованого в самому кінці агрегату. При цьому нижній край леза розвантажувального пристрою встановили на поверхні першого шару модифікатора атмосфери, а модифікатор атмосфери, що залишився у другому шарі, вивантажили разом з металевим залізом. Модифікатор атмосфери, утворюючий другий шар, завжди завантажували перед подачею сировини. Далі, один раз на день край леза розвантажувального пристрою опускали на поверхню відновлювального поду для того, щоб вивантажити перший шар модифікатора атмосфери і видалити металеве залізо і шлак, що залишається на поверхні відновлювального поду. Потім додали матеріал поду з метою відновлення функціонування зношеної ділянки відновлювального поду і знову сформували два шари модифікатора атмосфери (які по суті відповідали згаданим раніше першому і другому шарам модифікатора атмосфери на початку процесу). Процес продовжувався таким же чином шляхом повторення вказаних операцій. По закінченню двох тижнів з початку виробничого процесу край леза розвантажувального пристрою опустили на 5мм нижче за поверхню відновлювального поду з метою видалення зношеної ділянки в поверхневому шарі відновлювального поду. Потім, після формування відновлювального поду, першого шару модифікатора атмосфери і другого шару модифікатора атмосфери (які по суті відповідали сформованим на початку процесу), процес продовжили таким же чином шляхом повторення вказаних операцій. У даному прикладі процес продовжувався протягом трьох тижнів. У результаті був реалізований стабільний безперервний виробничий процес при досягненні високого коефіцієнта готовності (91%).

Порівняльний приклад

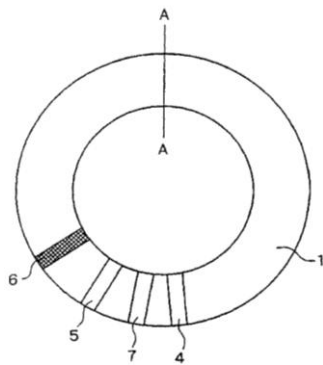
Металеве залізо було отримане таким же чином, як і в прикладі, приведеному вище, за винятком того, що і відновлювальний під і шари модифікатора атмосфери формувалися на початку процесу, і не зазнавали ні видалення, ні оновлен-

ня. Після закінчення двох днів після початку роботи частина шару відновлювального поду розм'яшлася і утворилася ванна залишків розплавленого заліза. Таким чином, виникла необхідність ремонту поду з припиненням роботи, що не дозволило досягти безперервного стабільного процесу.

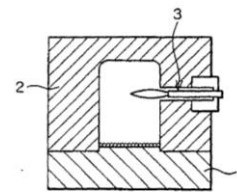
Застосовність в промислових масштабах

Згідно з даним винаходом, виконаним так, як описано вище, можна різко підвищити коефіцієнт готовності поду, і досягти довготривалого стабільного процесу виробництва металевого заліза за рахунок завантаження матеріалу поду, у вигляді

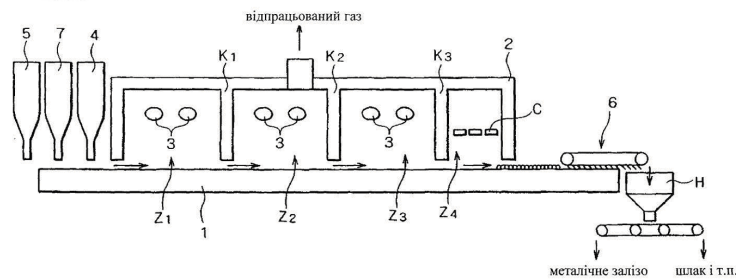
шару на вогнетривку футерівку поду перед подачею шихтової суміші, утворюючи таким чином відновлювальний під, з можливістю повного його оновлення, і шляхом повного або часткового видалення відновлювального поду завантаження нового матеріалу поду з метою відновлення функціонування відновлювального поду, зношеного протягом тривалого виробничого процесу через інфільтрацію розплавленого шлаку, занурення металевого заліза і шлаку у відновлювальний під, або формування вибоїн, викликаний відшаруванням або утворенням пустот.



Фіг. 1



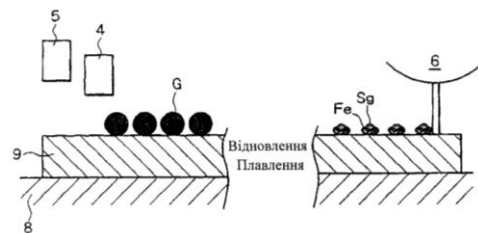
Фіг. 2



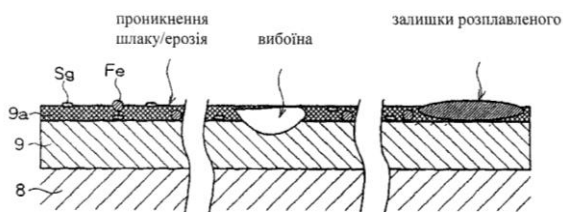
Фіг. 3



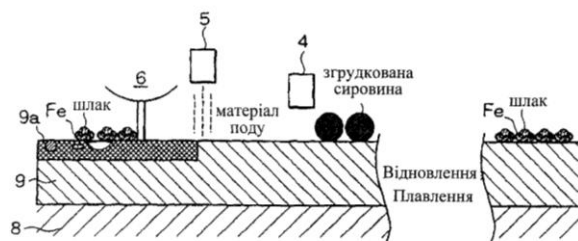
Фіг. 4



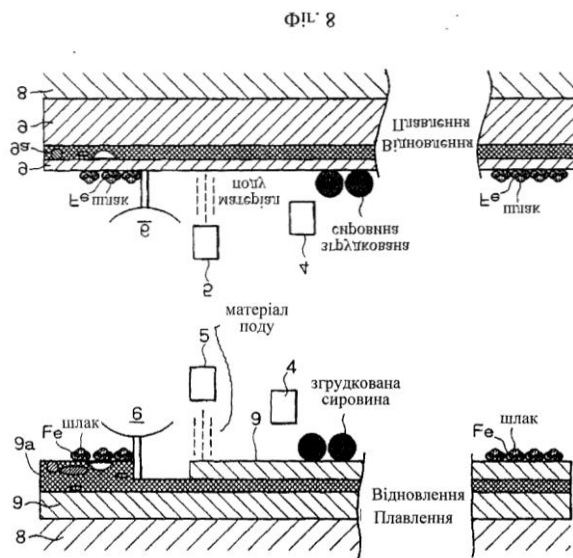
Фіг. 5



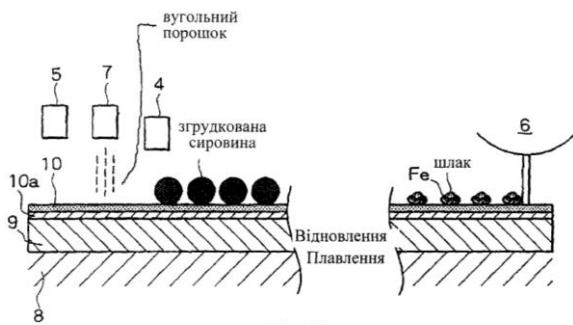
Фіг. 6



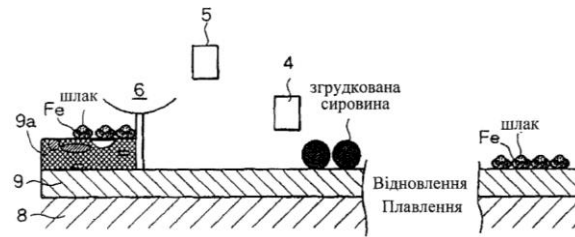
Фіг. 7



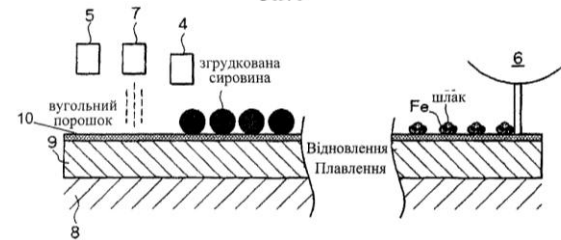
Фіг. 10



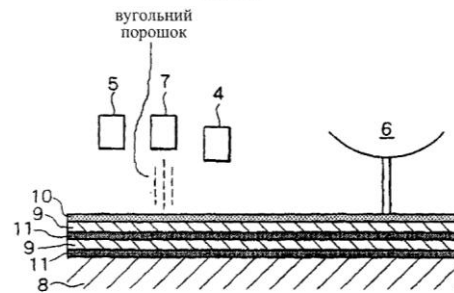
Фіг. 12



Фіг. 9



Фіг. 11



Фіг. 13