



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113296** (13) **C2**

(51) МПК (2016.01)

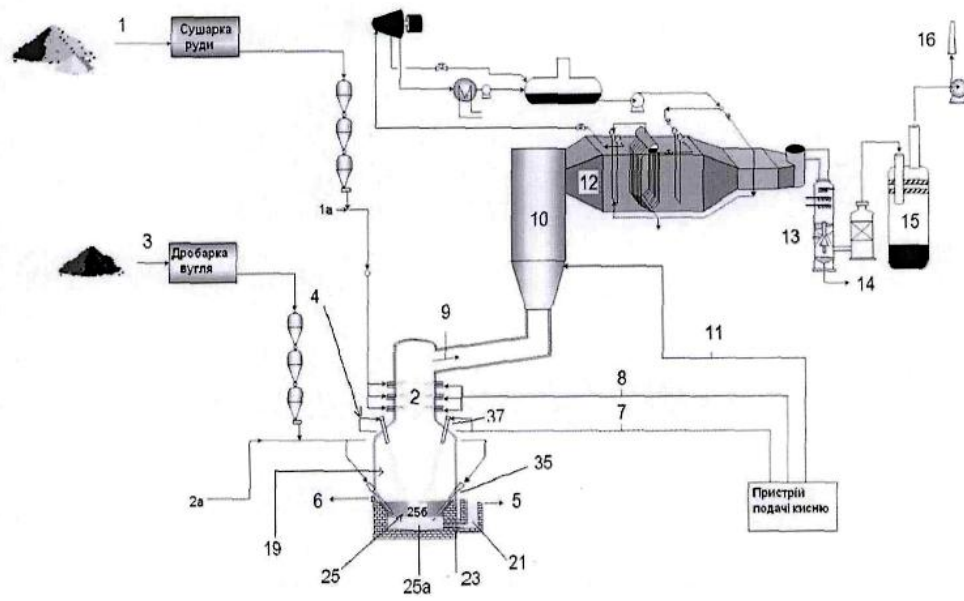
**F27B 3/18** (2006.01)**C21B 7/00****C21C 5/00****C21B 5/00****F27B 3/22** (2006.01)**F27B 1/00****F27D 13/00****F27D 3/00****F27B 14/08** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2014 06597</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Драй Родні Джеймс (AU),</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>06.12.2012</b>		<b>Мейер Гендрікус Кунраад Альбертус (NL)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>10.01.2017</b>	<b>(73)</b> Власник(и):	<b>ТЕКНОЛОДЖІКАЛ РІСОРСЕС ПТІ.</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>2011905068</b>		<b>ЛІМІТЕД,</b>
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>06.12.2011</b>		123 Albert Street, Brisbane, QLD 4000, Australia (AU)
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>AU</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Крилова Надія Іванівна, реєстр. №30</b>
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку:	<b>26.08.2014, Бюл.№ 16</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	RU 2242520 C2, 20.12.2004
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>10.01.2017, Бюл.№ 1</b>		WO 0022176 A1, 20.04.2000
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/AU2012/001486, 06.12.2012</b>		US 6387153 B1, 14.05.2002

**(54) СПОСІБ ЗАПУСКУ ПРОЦЕСУ ПЛАВКИ****(57) Реферат:**

Спосіб запуску процесу плавлення включає початок подачі холодного кисневмісного газу і холодного вуглецевого матеріалу в основну камеру плавильної печі в межах не більше 3 годин після завершення завантаження гарячого металу в піч, запалення вуглецевого матеріалу та нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері.

UA 113296 C2



Фіг. 1

Галузь техніки

Даний винахід стосується способу запуску процесу плавки металовмісного матеріалу.

Під терміном "металовмісний матеріал" слід розуміти матеріал, що включає твердий вихідний матеріал і розплавлений вихідний матеріал. Цей термін також включає частково відновлений металовмісний матеріал.

Рівень техніки

Даний винахід стосується, зокрема, хоча не виключно, способу запуску процесу плавки у ванні розплаву для виробництва розплавленого металу з металовмісного вихідного матеріалу в плавильній печі, яка має сильно збуджену ванну / джерело шлаку, що забезпечене виділенням газу у ванні розплаву, при цьому виділення газу, щонайменше, частково є результатом виділення летких компонентів вуглецьвмісного матеріалу у ванні розплаву.

Зокрема, хоча не виключно, даний винахід стосується способу запуску процесу плавки залізвмісного матеріалу, наприклад, залізної руди, і отримання розплавленого чавуну.

Даний винахід стосується, зокрема, хоча не виключно, способу запуску процесу плавки в плавильній печі, яка має основну камеру для плавки металовмісного матеріалу.

Відомий процес плавки у ванні розплаву зазвичай називається процесом "Hlsmelt" і він описаний в значній кількості патентів і патентних заявок на ім'я заявника.

Інший процес плавки у ванні розплаву, що називається далі процесом "Hlsarna", описано в міжнародній заявці PCT/AU99/00884 (WO 00/ 022176) на ім'я заявника.

Процес "Hlsmelt" і процес "Hlsarna" зокрема пов'язані з виробництвом розплавленого чавуну із залізної руди або іншого залізвмісного матеріалу.

Процес "Hlsarna" здійснюється в плавильній установці, яка має: (а) плавильну піч, яка має основну плавильну камеру, фурми для введення твердих вихідних матеріалів і кисневмісного газу в основну камеру і яка пристосована до вміщення ванни розплавленого металу і шлаку, і (б) плавильний циклон, який слугує для попередньої обробки металовмісного вихідного матеріалу і розташований вище плавильної печі та сполучається безпосередньо з нею.

Термін "плавильний циклон" уведений тут для позначення ємності, яка, як правило, утворює вертикальну циліндричну камеру і сконструйована так, що вихідні матеріали, що подаються в камеру, рухаються навколо вертикальної центральної осі камери, і яка може витримувати високі робочі температури, достатні, щоб, щонайменше, частково розплавити металовмісні вихідні матеріали.

В одному варіанті процесу "Hlsarna" вуглецьвмісний вихідний матеріал (зазвичай вугілля) і, необов'язково, флюс (зазвичай обпалений вапняк) вводять у ванну розплаву в основній камері плавильної печі. Вуглецьвмісний матеріал надається як джерело відновника і джерело енергії. Металовмісний вихідний матеріал, такий як залізна руда, необов'язково в суміші з флюсом, вводять, нагрівають, частково плавлять і частково відновлюють в плавильному циклоні. Цей розплавлений, частково відновлений металовмісний матеріал тече донизу з плавильного циклону у ванну розплаву в плавильній печі і плавиться до стану розплавленого металу у ванні. Гарячі хімічно активні гази (зазвичай CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> і H<sub>2</sub>O), отримані у ванні розплаву, частково спалюються кисневмісним газом (зазвичай технічним киснем) у верхній частині основної камери. Тепло, що генерується при подальшому спалюванні, передається до розплавлених крапель у верхній частині, які падають назад у ванну розплаву, щоб підтримувати температуру у ванні. Гарячі, частково спалені хімічно активні гази рухаються вгору від основної камери і входять в нижню частину плавильного циклону. Кисневмісний газ (зазвичай технічний кисень) вводять в плавильний циклон крізь фурми, які розташовані таким чином, щоб генерувати циклонний малюнок завихрення в горизонтальній площині, тобто рух навколо вертикальної центральної осі камери плавильного циклону. Таке введення кисневмісного газу призводить до подальшого горіння газів плавильної печі, що призводить до дуже гарячого (циклонного) полум'я. Мілко подрібнений металовмісний вихідний матеріал впорскують пневматично в ці полум'я крізь фурми в плавильному циклоні, призводячи до швидкого нагрівання і часткового плавлення, що супроводжується частковим відновленням (відновлення приблизно на 10-20 %). Відновлення пов'язане з термічним розкладанням гематиту і з відновлювальною дією CO/H<sub>2</sub> в хімічно активних газах з основної камери. Гарячий, частково розплавлений металовмісний вихідний матеріал викидається назовні на стінки плавильного циклону дією циклонного вихору і, як описано вище, стікає донизу в плавильну піч внизу для плавлення в основній камері цієї печі.

Кінцевий ефект вищеописаного варіанту процесу "Hlsarna" полягає в тому, що створюється процес двоступінчастого протитоку. Металовмісний вихідний матеріал нагрівається, частково відновлюється вихідними хімічно активними газами, утвореними в плавильній ванні (з домішкою кисневмісного газу), і тече донизу в плавильну піч, де плавиться до стану розплавленого чавуну

в плавильній печі. У загальному значенні, таке протитечіє розташування підвищує продуктивність і енергоефективність.

Наведений вище опис не слід розглядати як визнання загальновідомих знань в Австралії або в іншому місці.

Заявник запропонував, щоб процес "Hlsarna" і киснево-видувна версія процесу "Hlsmelt" запускалися в плавильній печі шляхом подачі гарячого металу (від зовнішнього джерела) в основну камеру печі крізь форкамеру печі, початком подачі кисневмісного газу (як правило, технічного кисню) і твердого вуглецьвмісного матеріалу (зазвичай вугілля) і генерацією тепла в основній камері. Такий спосіб гарячого запуску генерує тепло через самозаймання горючого матеріалу в основній камері. Заявник запропонував, щоб цей перший етап способу гарячого запуску виконувався після додавання шлакоформуючих агентів і, далі, додаванням металовмісного вихідного матеріалу (наприклад, залізного матеріалу, такого як руда) в основну камеру.

На дослідно-промислових установках для випробування процесу "Hlsarna", який базувався на холодному технічному кисні як кисневмісному газі, вугіллі як твердого вуглецьвмісного матеріалу і подрібненої залізної руди як металовмісного матеріалу, заявник виявив, що такий запуск може давати збій при певних умовах. При ненавмисному дозволенні тривалого періоду часу між завантаженням гарячого металу і впуском кисню /вугілля в основну камеру плавильної печі було встановлено, що запалення вугілля-кисню може не відбутися, не дивлячись на той факт, що свіжий гарячий метал було нещодавно наливо в основну камеру. Це призводить до незгоряння суміші вугілля і кисню, що виходить з плавильної печі, а це, в свою чергу, викликає вибух вугільного пилу в котлі-утилізаторі, що знаходиться далі по шляху руху суміші.

Заявник вважає, що подібної ситуації слід уникати, так як це може призвести до серйозного травмування персоналу і / або пошкодження обладнання. Для дослідження такого невдалого запуску, заявник згодом встановив камеру в плавильній печі для безпосереднього спостереження за тим, що є причиною поганого запалювання.

Відеозапис показав, що, коли гарячий метал заливають в основну камеру плавильної печі, створюються спонтанні іскри і дрібні бризки гарячого металу, які здатні легко запалити холодну кисень-вугільну суміш в основній камері. Тим не менш, з плином часу, тонкий шар шлаку створюється на поверхні гарячого металу і активність розбризкування гарячого металу поступово зменшується. Зрештою, метал стає повністю покритим шлаковою кіркою і активне розбризкування металу припиняється. Якщо кисень і вугілля подають в цих умовах, то вважається, що запалювання може бути невдалим.

Шлак, як вважають, створюється з двох джерел: (1) шлак, що залишився в основній камері плавильної печі від попередніх операцій, наприклад, попередніх операцій плавки і (2) окислення деяких видів металу (зокрема кремнію) в гарячому металі. Ступінь, до якої відбувається останнє, є функцією того, як багато кремнію присутнє в порції металу і, у випадках, коли кремній навісимо збільшують для запуску, цей ефект посилюється. Важливий практичний висновок полягає в тому, що шар шлаку завжди може утворюватися і спосіб безпечного запуску повинен приймати до уваги цю можливість.

Формування шару шлаку є функцією геометрії печі, температури / складу порції завантаженого металу і стану печі (наприклад, товщини існуючих охолоджених шарів на бічних стінках печі). Коли гарячий метал залитий в основну камеру плавильної печі, є безпосередня втрата тепла передачею його з відносно спокійної поверхні ванни на бічні стінки основної камери, які знаходяться вище гарячого металу. Ці бічні стінки можуть бути вогнетривкими стінками. Особливий інтерес для заявника у випадку плавильної печі представляють, бічні стінки, які мають панелі з водяним охолодженням. Метал, в силу того, що має високу щільність і відносно низьку в'язкість при цих умовах, як правило, має тенденцію циркулювати всередині власно металу. Це зменшує будь-яку початкову тенденцію до утворення затверділої або високої в'язкості рівномірної кірки на його верхній поверхні. Шлак, з іншого боку, має тенденцію плавати як більш-менш рівномірний тонкий шар зверху металу. Так як він втрачає тепло за рахунок випромінювання, його в'язкість підвищується і він стає липким. В цих умовах ізолюючий твердий поверхневий шар шлаку (в сутності ізолююча "кірка") ефективно формується зверху гарячого металу. Це, на думку заявника, є ключовим механізмом, пов'язаним з перешкоджанням можливості шлаку запалювати суміш кисень - вугілля в умовах запуску. Цей механізм пов'язаний з часом.

Розуміння впливу часового фактору, пов'язане з формуванням цієї шлакової кірки, має вирішальне значення для безпечної експлуатації установки. У дослідно-промисловій установці, описаної в даному описі, діаметр ванни розплаву (металу) був близько 2,6 м і верхній простір було визначено повністю панелями з водяним охолодженням в бічних стінках і даху плавильної

печі. Попередній (захисний) литий / викидний вогнетривкий шар з'являвся з часом на панелях з водяним охолодженням. При дослідженні невдалого запуску (що веде до вибуху вугільного пилу) метал було завантажено в основну камеру печі і були зроблені 7 окремих спроб почати процес додаванням кисню і вугілля в основну камеру. З них 6 були зроблені протягом перших 2 годин після завантаження, і кожного разу можна було бачити, що запалення дійсно мали місце (з даних про теплове навантаження панелей з водяним охолодженням і про склад газу), але спроби запуску згодом не вдавалися з причин неможливості запалення. 7-я (і остання) спроба була здійснена близько 2,5 годин після завершення завантаження гарячого металу. Саме ця спроба, при повній невдачі із запалюванням, призвела до того, що мав місце вибух вугільного пилу.

Для цього конкретного об'єкта плавки, як було встановлено, "безпечне" часове вікно запалювання складало близько 1-2 годин після завершення завантаження гарячого металу (протягом якого самозаймання кисню і вугілля може бути досить надійним). Крім цього, знайдено, що запалювання не є надійним і повинне бути доповнене здійсненням способу альтернативного холодного запуску. Спосіб холодного запуску описаний в Міжнародній заявці під назвою "Запуск плавильного процесу", поданої від імені заявника в той же день, як і Міжнародна заявка для даного винаходу.

Застосування цього специфічного часового вікна на інші плавильні об'єкти необхідно проводити з обережністю, приділяючи належну увагу факторам, описаним вище (геометрія печі, умови завантаження металу і т.д.).

Сутність винаходу

Спосіб запуску процесу плавки відповідно до цього винаходу може бути застосовний до запуску будь-якого процесу плавки на базі ванни розплаву, коли свіжу порцію гарячого металу додають як етап запуску в умовах порожньої печі.

Відповідно до даного винаходу запропоновано спосіб запуску процесу плавки на базі ванни розплаву для плавлення металовмісного вихідного матеріалу в плавильній установці, яка включає плавильну піч, яка має основну камеру для вміщення ванни розплаву, форкамеру для випуску розплавленого металу з основної камери під час операції плавки і живильний канал, який з'єднує основну камеру і форкамеру. Спосіб включає етапи:

(а) попереднє нагрівання основної камери, форкамери і живильного каналу;

(б) заливки порції гарячого металу в основну камеру крізь форкамеру;

(в) початок подачі холодного кисневмісного газу та холодного вуглецевмісного матеріалу в основну камеру в межах не більше 3 годин після завершення завантаження гарячого металу і запалення вуглецевмісного матеріалу і нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері;

(г) продовження подачі кисневмісного газу і вуглецевмісного матеріалу в основну камеру, спалювання вуглецевмісного матеріалу і нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері протягом періоду, щонайменше 10 хвилин; і

(д) початок подачі металовмісного матеріалу в основну камеру для ініціювання виробництва металу.

Пояснимо вибір верхньої межі часу запалювання 3 години на етапі (в), що описано вище. З випробувань на дослідно-промисловій установці випливає верхній ліміт часу 2 години для безпечного запалювання, який залежить від різних факторів, пов'язаних з розміром і умовами експлуатації цієї установки, але беручи до уваги ці фактори для дослідно-промислової установки та з урахуванням факторів, що мають місце на інших плавильних установках на базі ванни розплаву, заявник дійшов висновку, що в умовах, відмінних від тих, які були на дослідно-промисловій установці, цей період часу для безпечного запалення на інших плавильних установках може бути збільшений до максимум 3 годин.

Термін "холодний", що стосується кисневмісного газу, розуміється тут як позначення холоду в тому сенсі, що газ знаходиться при температурі нижче, ніж потрібно для самозаймання суміші вуглецевого матеріалу і кисневмісного газу (тобто нижче приблизно 700-800° С у випадку вугільно-кисневої суміші).

Термін "холодний", що стосується вуглецевмісного матеріалу, розуміється тут як позначення твердого матеріалу при температурі нижче 150° С.

Спосіб може включати етап контролювання запалення кисневмісного газу і вуглецевмісного матеріалу в основній камері. Таке контролювання може проводитися спостереженням за тепловим навантаженням панелей з водяним охолодженням, та/або автономною системою аналізу газу плавильної установки, та/або безпосереднім спостереженням за допомогою камери або прийнятного отвору в печі (якщо умови процесу дозволяють це).

Етап (а) може включати попередній нагрів футерованого піддону печі, форкамери і живильного каналу, наприклад, використовуючи прийнятний паливний газ, так, щоб середня поверхнева температура футерованого піддону, форкамери і живильного каналу була вище 1000° С, переважно вище 1200° С.

5 Порція розплавленого металу на етапі (б) може включати кілька окремих ковшів гарячого металу.

Етап (б) може включати вибір такої кількості завантаженого гарячого металу в основну камеру крізь форкамеру, щоб метал в основній камері знаходився на рівні, щонайменше, 100 мм над верхом живильного каналу.

10 Этап (б) може включати вибір такої кількості завантаженого гарячого металу в основну камеру крізь форкамеру, щоб метал в основній камері знаходився на рівні, щонайменше, 200 мм над верхом живильного каналу.

Етап (в) може включати початок подачі кисневмісного газу та вуглецевмісного матеріалу в основну камеру в межах 2 годин після завершення завантаження гарячого металу в основну камеру.

15 Этап (в) може включати початок подачі кисневмісного газу та вуглецевмісного матеріалу в основну камеру в межах 1 години після завершення завантаження гарячого металу в основну камеру.

Етап (в) може включати початок подачі вугільного вуглецевмісного матеріалу в основну камеру перед початком подачі кисневмісного газу в основну камеру.

20 Этап (в) може включати початок подачі вугільного вуглецевмісного матеріалу і кисневмісного газу в основну камеру одночасно.

Етап (в) може включати початок подачі кисневмісного газу в основну камеру перед початком подачі вугільного вуглецевмісного матеріалу в основну камеру.

25 Этап (в) може включати вибір співвідношення кількості твердого вуглецевмісного матеріалу і кисневмісного газу, щоб забезпечити повне згоряння твердого вуглецевмісного матеріалу.

Етап (г) може включати збільшення співвідношення кількості твердого вуглецевмісного матеріалу і кисневмісного газу.

30 Этап (г) може включати нагрівання основної камери протягом 30-60 хвилин спалюванням вуглецевмісного матеріалу і кисневмісного газу в основній камері.

Початкові норми подачі кисневмісного газу та вуглецевмісного матеріалу в основну камеру на етапі (в) переважно обчислюють таким чином, щоб було достатньо кисню для повного спалювання вуглецевмісного матеріалу. Це в цілому відповідає максимальному виробленню тепла і найвищій вірогідності досягнення доброго запалювання.

35 Як тільки цей початковий етап (в) запалювання завершено, норми подачі кисневмісного газу та вуглецевмісного матеріалу змінюють на етапі (г) так, щоб було приблизно половина, щонайменше, 40 %, кількості кисню в порівнянні з нормами подачі на етапі (в) для повного спалювання вуглецевмісного матеріалу. Це приводить кисневі умови основної камери більш-менш в її нормальний рівень для плавки і запобігання надмірного окиснювання розплавлених матеріалів.

40 Спосіб може включати після етапу (г) і до етапу (д) подачу шлаку або шлакоутворюючих реагентів в основну камеру, щоб встановити необхідний запас шлаку для плавки металовмісного матеріалу в основній камері.

Плавильна піч може мати піддон, футерований вогнетривким матеріалом.

45 Форкамера може бути футерована вогнетривким матеріалом.

Плавильна піч може мати частково бічні стінки з водяним охолодженням, які визначають верхній простір основної камери печі.

Плавильна піч може включати трубки/фурми для впорскування вуглецевмісного матеріалу у ванну в основній камері печі.

50 Плавильна піч може включати трубки/фурми для впорскування кисневмісного газу у верхній простір основної камери печі.

Установка може мати (i) описану вище плавильну піч, яка містить ванну розплавленого металу і (ii) плавильний циклон, який розташований вище плавильної печі і сполучається з нею. У цьому випадку етап (д) може включати початок подачі металовмісного вихідного матеріалу і додаткового кисневмісного газу в плавильний циклон, генерування обертового потоку матеріалу в циклоні, спалювання горючого газу, який тече вгору в циклон з печі, та часткове відновлення і плавлення металовмісного вихідного матеріалу в циклоні, при цьому частково відновлений розплавлений металовмісний вихідний матеріал стікає донизу з циклону у ванну розплаву металу і шлаку в основній камері плавильної печі і плавиться до стану розплавленого металу у ванні.

60

Спосіб за цим винаходом є застосовуваним до плавильної установки на базі ванни розплаву, яка має: (а) плавильну піч з основною камерою, яка виконана з можливістю містити ванну розплавленого металу і шлаку, (б) фурми або інші відповідні засоби для подачі вуглецьвмісного матеріалу у ванну, (в) фурми або інші відповідні засоби для подачі

кисневмісного газу у ванну, (г) фурми або інший відповідний засіб для подачі металовмісного матеріалу у ванну або безпосередньо, або через плавильний циклон, і (д), щонайменше, 40 %, зазвичай, щонайменше, 50 %, частини стінки плавильної печі, покриті панелями з водяним охолодженням з охолодженими шарами шлаку.

При нормальних умовах експлуатації, процес плавлення на базі ванни розплаву включає етапи:

(а) подача вуглецьвмісного матеріалу і металовмісного матеріалу (який може бути твердим або розплавленим) в ванну розплаву, формування хімічно активного газу, плавлення металовмісного матеріалу та отримання розплавленого металу у ванні;

(б) подача кисневмісного газу в основну камеру для горіння над ванною горючого газу, що вивільняється з ванни, генерація тепла для реакцій плавки всередині ванни, причому, кисневмісним газом зазвичай є технічно чистий кисень, який є "холодний" в тому сенсі, що знаходиться при температурі значно нижче тої, що необхідна для безпечного запалення суміші вугілля і кисню (тобто нижче приблизно 700-800° C); і

(в) отримання значного рух вгору розплавленого матеріалу з ванни за допомогою висхідних течій газу для створення теплоносійних крапель і бризок розплавленого матеріалу, які нагріваються, коли викидаються в зону горіння у верхній простір основної камери, а потім падають назад у ванну, причому, краплі і бризки несуть тепло донизу у ванну, де воно використовується для плавлення металовмісного матеріалу.

Як кисневмісний газ може застосовуватися повітря, кисень або збагачене киснем повітря.

Відповідно до даного винаходу запропоновано спосіб запуску процесу плавки на базі ванни розплаву металовмісного вихідного матеріалу в плавильній установці, яка має плавильну піч, що має основну камеру для розміщення ванни розплаву, форкамеру для випуску розплавленого металу з основної камери в ході плавки, а також живильний канал, який з'єднує основну камеру і форкамеру; спосіб включає наступні етапи:

(а) попереднє нагрівання основної камери, форкамери і живильного каналу;

(б) заливання порції гарячого металу в основну камеру крізь форкамеру;

(в) початок подачі холодного кисневмісного газу та холодного вуглецьвмісного матеріалу в основну камеру, запалення вуглецьвмісного матеріалу та нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері в межах періоду часу до формування ізолюючого твердого шару шлаку на завантаженій порції металу до ступеню, коли він заважає розплавленому металу запалювати вуглецьвмісний матеріал;

(г) продовження подачі кисневмісного газу і вуглецьвмісного матеріалу в основну камеру, спалювання вуглецьвмісного матеріалу та нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері протягом періоду, щонайменше, 10 хвилин; і

(д) початок подачі металовмісного матеріалу в основну камеру для ініціювання виробництва металу.

Короткий опис креслень

Варіант здійснення способу запуску процесу плавки в плавильній печі відповідно до цього винаходу описується з посиланням на додані креслення, на яких:

фіг. 1 являє собою схематичний вигляд пристрою для процесу "Hlsarna" плавки металовмісного матеріалу та отримання розплавленого металу відповідно з одним варіантом здійснення процесу "Hlsarna";

фіг. 2 являє собою збільшений вигляд в розрізі плавильної печі, показаної на фіг. 1, який ілюструє стан плавильної печі, коли піч "не працювала" більш ніж 15-30 хвилин, або під час запуску процесу, або під час повторного запуску процесу після переривання процесу більше як на 15-30 хвилин, і є твердий шар, утворений на розплавленому металі, і шари розплавленого шлаку в печі.

Опис варіанту (варіантів)

В процесі "Hlsarna" плавлять металовмісний вихідний матеріал і здійснюють злив розплавленого металу, розплавленого шлаку і видалення відхідного газу. Наступний опис стосується процесу "Hlsarna" при плавлі металовмісного матеріалу у вигляді залізної руди. Винахід не обмежується цим типом металовмісного матеріалу.

Установка "Hlsarna", показана на фіг. 1, містить плавильний циклон 2 і плавильну піч 4 з базовою ванною розплаву, що має основну камеру 19, розташовану безпосередньо під

плавильним циклоном 2, і пряме сполучення між камерами плавильного циклону 2 і плавильної пічі 4.

Під час нормальної операції плавки (фіг. 1) потік 1 суміші руди на основі магнетиту (або іншої залізної руди) з верхнім розміром 6 мм і флюсу, наприклад, вапняка, подається через сушарку руди разом з газом 1а для пневматичного транспортування в плавильний циклон 2. Вапняк складає приблизно 8-10 % маси об'єднаного потоку руди і вапняку. Кисень 8 впорскують в плавильний циклон 2 крізь фурми для попереднього нагрівання, часткового плавлення і часткового відновлення руди. Кисень 8 також забезпечує горіння горючого газу, який тече вгору в плавильний циклон 2 з плавильної печі 4. Частково розплавлена і частково відновлена руда стікає донизу з плавильного циклону 2 у ванну 25 розплаву металу і шлаку в основній камері 19 плавильної печі 4. Частково розплавлена і частково відновлена руда плавиться з утворенням розплавленого чавуну у ванні 25 розплаву. Вугілля 3 подається, крізь окрему сушарку, в основну камеру 19 плавильної печі 4. Вугілля 3 та транспортуючий газ 2а вводять крізь фурми 35 у ванну 25 розплаву металу і шлаку в основній камері 19. Вугілля забезпечує джерело відновника і джерело енергії. На фіг. 1 і 2 показана ванна 25 розплаву, що складається з двох шарів, з яких шар 25а є шаром розплавленого металу, а шар 25б є шаром розплавленого шлаку. На фігурах показані шари, які є однакової глибини. Але це тільки для ілюстрації і не є точним уявленням про те, що буде в робочий і добре змішаний ванні в процесі "Hlsarna". Перемішування ванни 25 розплаву відбувається, завдяки виділенню летких компонентів вугілля у ванну, які генерують газ, наприклад, CO і H<sub>2</sub>, в результаті чого відбувається рух вгору газу та залученого матеріалу з ванни розплаву у верхній простір основної камери 19, тобто в простір над ванною 25 розплаву. Кисень 7 впорскують в основну камеру 19 крізь фурми 37 для допалення деяких з цих газів, як правило CO і H<sub>2</sub>, генерованих і вивільнених з ванни 25 розплаву у верхній простір основної камери 19, і забезпечення необхідного тепла для процесу плавки у ванні.

Нормальна робота процесу "Hlsarna" під час плавки включає: (а) введення вугілля крізь фурми 35 та введення холодного кисню крізь фурми 37 в основну камеру 19 плавильної печі 4 і (б) введення руди 1 та додаткове введення кисню 8 в плавильний циклон 2.

Робочі умови, але не обмежуючись ними, а саме: норми подачі вугілля і кисню в основну камеру 19 плавильної печі 4, норми подачі руди і кисню в плавильний циклон 2 і теплові втрати в основній камері 19, вибирають таким чином, щоб відхідний газ, залишаючи плавильний циклон 2 через випускний канал 9 відпрацьованих газів, мав ступінь допалення, щонайменше, 90 %.

Відхідний газ з плавильного циклону 2 проходить крізь канал 9 відпрацьованого газу в піч 10 для спалювання відпрацьованого газу, куди вводиться додатковий кисень 11, щоб спалити залишки CO/H<sub>2</sub> і забезпечити нормативну кількість вільного кисню (зазвичай 1-2 %) в повністю спаленому відпрацьованому газі.

Повністю спалений відпрацьований газ потім проходить крізь секцію 12 регенерації тепла відходів, де газ охолоджується і генерується пар. Відпрацьований газ потім проходить крізь мокрий скруббер 13, де будуть досягнуті його охолодження і видалення пилу. Отриманий осад 14 є доступним для повернення в плавильну піч з потоком 1 подачі руди.

Охолоджений відпрацьований газ, що залишає скруббер 13, подають до блоку 15 десульфурзації відпрацьованих газів.

Очищений відпрацьований (димовий) газ потім випускають крізь димову трубу 16. Цей газ складається в основному з CO<sub>2</sub> і, при необхідності, він може бути стиснутий і гео-ізований (з відповідним видаленням залишкових неконденсованих видів газу).

Плавильна піч 4 (див. фіг. 2) містить футерований тугоплавким матеріалом піддон 33 і бічні стінки 4, визначені переважно панелями з водяним охолодженням, які створюють основну камеру 19. Плавильна піч 4 також має форкамеру 21, яка з'єднана з основною камерою 19 живильним каналом 23. У ході плавки в процесі "Hlsarna" розплавлений метал, отриманий в основній камері 19, розвантажують з основної камери 19 крізь живильний канал 23 і форкамеру 21.

Один з варіантів здійснення способу запуску процесу "Hlsarna" для виробництва чавуну відповідно до цього винаходом описується нижче.

Перед здійсненням способу запуску основна камера 19, форкамера 21 і живильний канал 23 печі 4 є порожніми.

Спосіб запуску включає попередній нагрів футерованого піддону 33, форкамери 21 і живильного каналу 23, наприклад, використовуючи прийнятний паливний газ, так щоб середня температура поверхні піддону 33, форкамери 21 і живильного каналу 23 була вище 1000° C, переважно вище 1200° C.



Після завершення етапу попереднього нагрівання спосіб запуску включає заливку вибраної кількості розплавленого чавуну в основну камеру 19 крізь форкамеру 21 і живильний канал 23, щоб забезпечити ванну розплаву 25 чавуну у піддоні 33 печі 4. Як правило, величину порції вибирають таким чином, щоб рівень розплавленого чавуну в основній камері 19 був, щонайменше, на 100 мм вище верхньої частини живильного каналу 23.

Як тільки розплавлений чавун завантажений в основну камеру 19, починає утворюватися твердий шар 29 охолодженого шлаку на поверхні ванни 25а розплавленого чавуну. На фіг. 2 показана плавильна піч 4 на цьому етапі способу запуску. Тепло втрачається від верхньої поверхні ванни 25а розплавленого чавуну, показаної на фіг. 2, шляхом (головним чином) передачі до панелей з водяним охолодженням бічних стінок 41, які визначають верхню частину основної камери 19.

Після завершення етапу завантаження розплавленого чавуну в основну камеру 19 спосіб запуску включає подачу вугілля і кисню в основну камеру 19 крізь фурми 35 і 37, відповідно.

При успішному запуску вугілля загоряється і в основній камері 19 генерується тепло.

Ключом до безпечного пуску процесу "Hlsarna" є впуск кисню 37 та ін'єкції 35 вугілля в межах номінального, "безпечного" періоду часу менше 3 годин (1-2 години в цьому прикладі).

У більш загальному плані, часовим вікном є періодом часу перед утворенням твердого застиглого шару 29 шлаку в обсязі, коли сполохи і бризки розплавленого чавуну з ванни 25а розплавленого чавуну у верхньому просторі в основній камері 19 над ванною 25а розплаву не можуть забезпечити запалення кисню 37 і вугілля 35 та немає ніякого іншого джерела запалювання.

Коли кисень 37 і вугілля 35 вперше впускають, то співвідношення між ними розраховується таким чином, щоб було достатньо кисню, щоб спалити все вугілля 35. Після запалення ця умова зберігається тільки протягом певного часу (5-10 хвилин), потрібного щоб переконатися, що запалювання відбулося. Після цього відношення вугілля - кисень згодом коригується, враховуючи приблизно подвійну кількість вугілля 35 (для повного згоряння) відносно кисню 37. Метою збільшення відношення вугілля - кисень є нарощення рівня вуглецю для використання як джерела відновника та енергії.

Контролювання надійного запалювання може бути здійснене через теплове навантаження панелей з водяним охолодженням, та/або через автономну систему аналізу газу плавильної установки, та/або безпосереднім спостереженням за допомогою камери або відповідного отвору в плавильній печі 4 (якщо умови процесу це дозволяють).

Спосіб запуску може включати впорскування флюсуючи речовин, таких як вапно або вапняк в будь-який час, коли здійснюють впорскування вугілля. На практиці, переважно, чекають 5-10 хвилин після етапу контролювання запалення, як описано вище.

Впорскування вугілля і кисню (плюс флюкс) підтримують протягом приблизно 30 хвилин, щоб нагріти основну камеру 19 і розплавлений метал в камері. У цей момент подрібнений шлак пневматично транспортують в основну камеру 19 крізь шлакову льотку 6 з метою швидкого встановлення прийнятних запасів шлаку для нормальної роботи.

Як тільки впорскування подрібненого шлаку завершено, залізну руду і кисень 8 вводять в плавильний циклон 2, вугілля 35 і кисень 37 впорскують в плавильну піч 4, починається виробництво металу плавленням, і розплавлений метал випускають з основної камери 19 крізь форкамеру 21 і живильний канал 23.

Багато модифікації можуть бути зроблені у варіанті здійснення способу за даним винаходом, описаним вище, без відходу від суті і об'єму даного винаходу.

Наведений вище опис базується на вугіллі як вуглецьвмісному матеріалі і кисені технічного сорту як кисневмісний газ. Даний винахід не обмежується цим і поширюється на будь-який прийнятний кисневмісний газ та будь-які прийнятні тверді вуглецьвмісні матеріали.

Вищеописаний варіант здійснення базується на процесі "Hlsarna". Винахід не обмежується процесом "Hlsarna" і поширюється на будь-який процес, що базується на ванні розплаву в плавильній печі. Як приклад, даний винахід поширюється на кисне-видувну версію процесу "Hls melt". Як зазначено вище, процес "Hls melt" описаний в значній кількості патентів і заявок на патенти на ім'я заявника. Як приклад, процес "Hls melt" описується у міжнародній заявці РСТ/AU96/00197 на ім'я заявника. Розкриття в даному описі поданої Міжнародної заявки включено тут як перехресне посилання.

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

5

1. Спосіб запуску процесу плавки металовмісного вихідного матеріалу в плавильній установці, що містить плавильну піч, яка має основну камеру для вміщення ванни розплаву, форкамеру для випуску розплавленого металу з основної камери під час операції плавки і живильний канал, який з'єднує основну камеру і форкамеру,

10 при цьому спосіб включає етапи:

(а) попереднє нагрівання основної камери, форкамери і живильного каналу,

(б) заливки порції гарячого металу в основну камеру крізь форкамеру,

15 (в) початок подачі холодного кисневмісного газу та холодного вуглецевого матеріалу в основну камеру протягом не більше 3 годин після завершення завантаження гарячого металу і запалення вуглецевого матеріалу та нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері,

(г) продовження подачі кисневмісного газу та вуглецевого матеріалу в основну камеру і спалювання вуглецевого матеріалу та нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері протягом періоду щонайменше 10 хвилин, і

20 (д) початок подачі металовмісного матеріалу в основну камеру для ініціювання виробництва металу.

2. Спосіб за п. 1, який включає контролювання запалення кисневмісного газу та вуглецевого матеріалу в основній камері.

25 3. Спосіб за п. 1 або п. 2, в якому етап (а) включає попередній нагрів футерованого піддона печі, форкамери і живильного каналу до такого рівня, щоб середня температура поверхні футерованого піддона, форкамери і живильного каналу була вище 1000 °С.

4. Спосіб за п. 3, в якому етап (а) включає попередній нагрів футерованого піддона печі, форкамери і живильного каналу до такого рівня, щоб середня температура поверхні футерованого піддона, форкамери і живильного каналу була вище 1200 °С.

30 5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому етап (б) включає вибір порції гарячого металу для подачі в основну камеру крізь форкамеру такої величини, щоб метал в основній камері знаходився на рівні щонайменше 100 мм над верхом живильного каналу.

6. Спосіб за п. 5, в якому етап (б) включає вибір порції гарячого металу для подачі в основну камеру крізь форкамеру такої величини, щоб метал в основній камері знаходився на рівні щонайменше 200 мм над верхом живильного каналу.

35 7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому етап (в) включає початок подачі кисневмісного газу та вуглецевого матеріалу в основну камеру в межах 2 годин після завершення завантаження гарячого металу в основну камеру.

40 8. Спосіб за п. 7, в якому етап (в) включає початок подачі кисневмісного газу та вуглецевого матеріалу в основну камеру в межах 1 години після завершення завантаження гарячого металу в основну камеру.

9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому етап (г) включає нагрівання основної камери протягом 30-60 хвилин спалюванням вуглецевого матеріалу і кисневмісного газу в основній камері.

45 10. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому початкові швидкості подачі кисневмісного газу та вуглецевого матеріалу в основну камеру на етапі (в) обчислюють таким чином, щоб було достатньо кисню для повного спалювання вуглецевого матеріалу.

11. Спосіб за п. 10, в якому, як тільки початковий етап (в) запалювання завершено, норми подачі кисневмісного газу та вуглецевого матеріалу змінюють на етапі (г) так, щоб було щонайменше 40 % кількості кисню в порівнянні з нормами подачі на етапі (в) для повного спалювання вуглецевого матеріалу.

12. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який включає, після стадії (г) і до стадії (д), подачу шлаку або шлакоутворюючих реагентів в основну камеру для встановлення необхідного запасу шлаку для плавки металовмісного матеріалу в основній камері.

55 13. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому процес плавлення включає етапи:

(а) подачу вуглецевого матеріалу та твердого або розплавленого металовмісного матеріалу в ванну розплаву, формування хімічно активного газу, плавку металовмісного матеріалу та одержання розплавленого металу у ванні,

60 (б) подачу кисневмісного газу в основну камеру для забезпечення горіння над ванною горючого газу, який вивільнюють з ванни, і генерацію тепла для реакцій плавки всередині ванни, і

(в) одержання значного руху вгору розплавленого матеріалу з ванни за допомогою висхідних течій газу для створення теплоносієвих крапель і бризок розплавленого матеріалу, які нагріваються, коли викидають в зону горіння у верхньому просторі основної камери, а потім падають назад у ванну, причому, краплі і бризки несуть тепло донизу у ванну, де його використовують для плавлення металовмісного матеріалу.

14. Спосіб запуску процесу плавки металовмісного вихідного матеріалу в плавильній установці, яка містить плавильну піч, що має основну камеру для вміщення ванни розплаву, форкамеру для випуску розплавленого металу з основної камери під час операції плавки і живильний канал, який з'єднує основну камеру і форкамеру,

причому спосіб включає етапи:

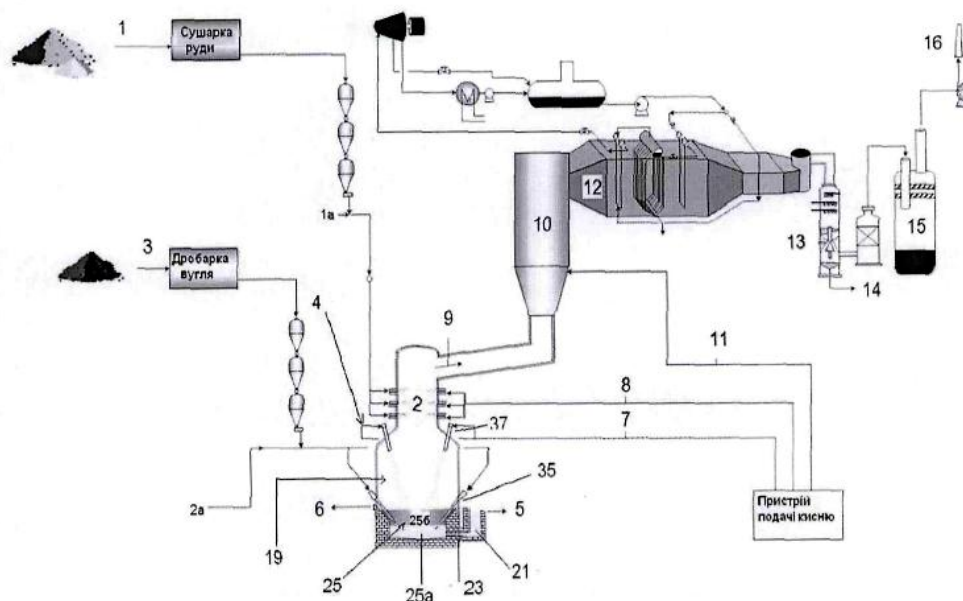
(а) попереднє нагрівання основної камери, форкамери і живильного каналу,

(б) заливання порції гарячого металу в основну камеру крізь форкамеру,

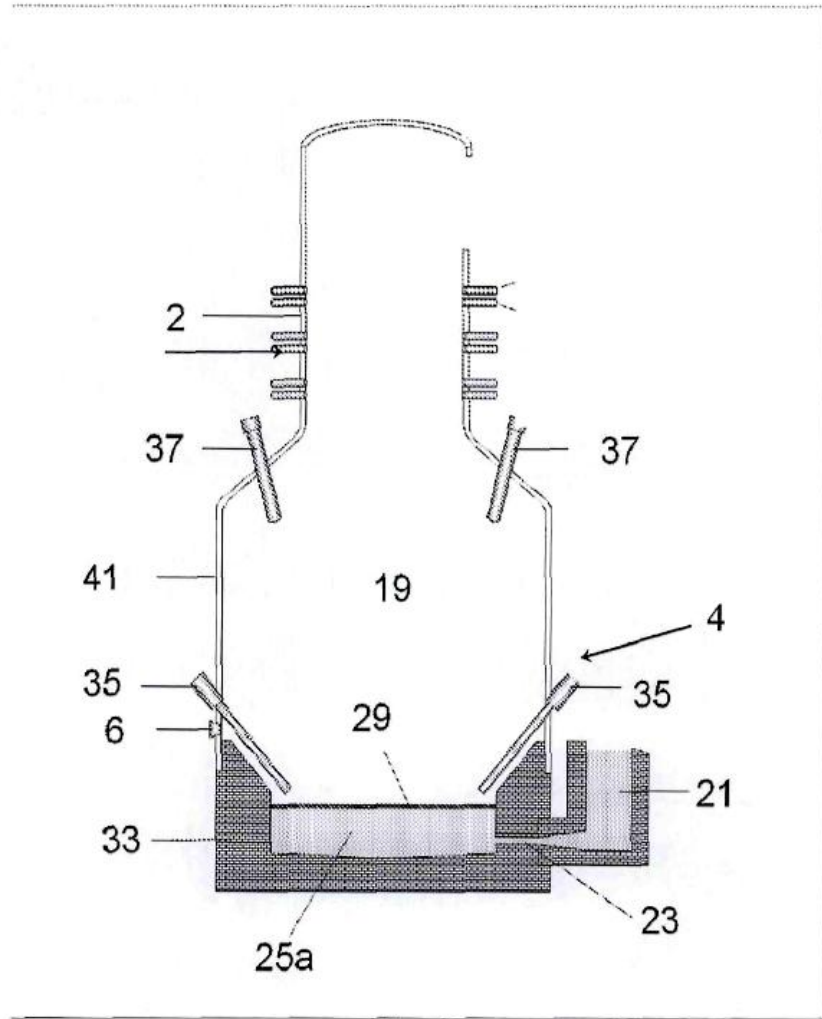
(в) початок подачі холодного кисневмісного газу та холодного вуглецевого матеріалу в основну камеру, запалення вуглецевого матеріалу та нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері протягом періоду часу перш, ніж ізолюючий шар шлакової кірки сформують на завантаженому металі до такого ступеня, що б він заважав розплавленому металу запалювати вуглецевмісний матеріал,

(г) продовження подачі кисневмісного газу і вуглецевого матеріалу в основну камеру, спалювання вуглецевого матеріалу і кисневмісного газу та нагрівання основної камери і розплавленого металу в основній камері протягом періоду щонайменше 10 хвилин, і

(д) початок подачі металовмісного матеріалу в основну камеру для ініціювання виробництва металу.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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

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