



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113295** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)

C21B 5/00

C21C 5/00

C21C 5/04 (2006.01)

C21C 5/28 (2006.01)

C22B 5/10 (2006.01)

C22B 5/12 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2014 06593</p> <p>(22) Дата подання заявки: 06.12.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.01.2017</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 2011905072</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 06.12.2011</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: AU</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 26.08.2014, Бюл.№ 16</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2017, Бюл.№ 1</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/AU2012/001481, 06.12.2012</p>	<p>(72) Винахідник(и): Пілот Жак (AU), Драй Родні Джеймс (AU), Мейер Гендрікус Кунраад Альбертус (NL)</p> <p>(73) Власник(и): ТЕКНОЛОДЖІКАЛ РІСОРСЕС ПТІ. ЛІМІТЕД, 123 Albert Street, Brisbane, QLD 4000, Australia (AU)</p> <p>(74) Представник: Крилова Надія Іванівна, реєстр. №30</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2242520 C2, 20.12.2004 WO 2006119575 A1, 16.11.2006 US 20100011908 A1, 21.01.2010</p>
---	---

(54) СПОСІБ ЗАПУСКУ ПРОЦЕСУ ПЛАВКИ

(57) Реферат:

Спосіб запуску процесу плавки на основі ванни розплаву включає створення досить великої і стабільної "гарячої зони" для запалення кисню і вугілля в основній камері плавильної печі незалежними засобами, тобто незалежно від подачі холодного кисню і вугілля в основну камеру і до цієї подачі.

UA 113295 C2

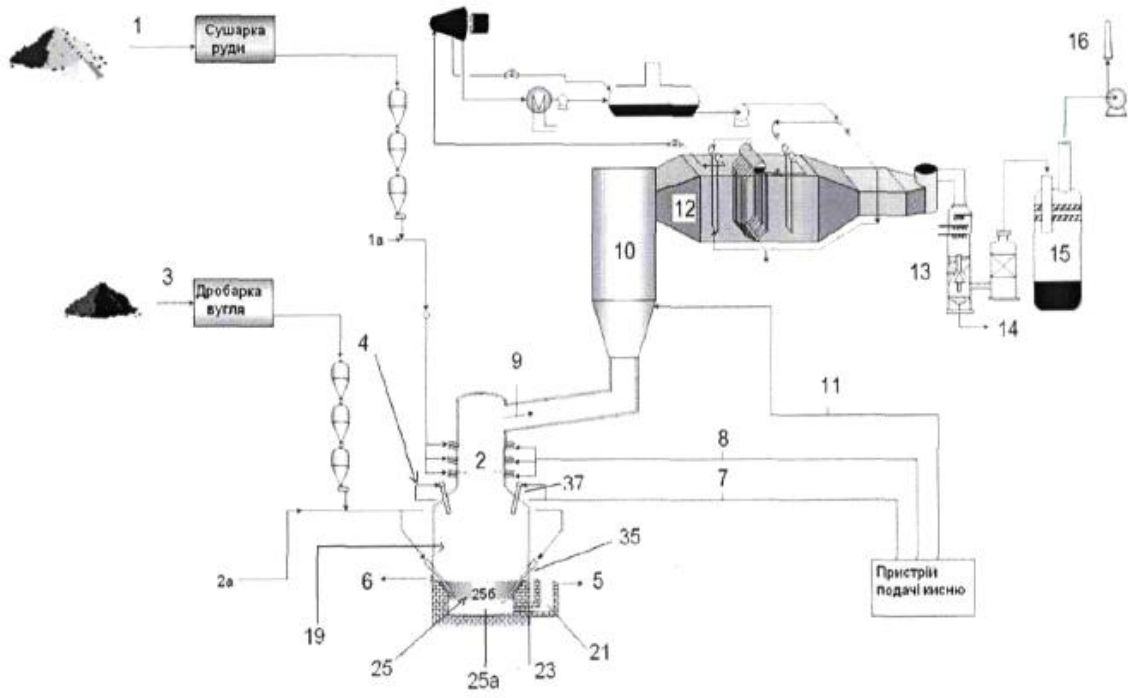


Fig. 1

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 плавильної печі для виробництва розплавленого металу з металовмісного вихідного матеріалу, яка має сильно збуджену ванну/джерело шлаку, генероване виділенням газу у ванні розплаву, при цьому виділення газу, щонайменше, частково є результатом виділення летких компонентів вуглецьвмісного матеріалу у ванну 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 називають процесом "Hlsmelt" і він описаний в значній кількості патентів і патентних заявок на ім'я заявника.

Інший процес плавки у ванні розплаву, що називають 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 з залізної руди або іншого залізвмісного матеріалу.

Процес "Hlsarna" здійснюється в плавильній установці, яка має: (а) плавильну піч, яка має основну плавильну камеру і, фурми для введення твердих сировинних матеріалів і кисневмісного газу в основну камеру і пристосована до вміщення ванни розплавленого металу і шлаку, і (б) плавильний циклон, який слугує для попередньої обробки металовмісного вихідного матеріалу, розташований вище плавильної печі і 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 по траєкторії навколо вертикальної центральної осі камери і яка може витримувати високі робочі температури, достатні, щонайменше, частково розплавити металовмісні вихідні матеріали.

В одному варіанті процесу "Hlsarna" вуглецьвмісний вихідний матеріал (зазвичай вугілля) і, необов'язково, флюс (зазвичай обпалений вапняк) вводять в 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 розплавленого металу у ванні. Гарячі хімічно активні гази (зазвичай CO, CO₂, H₂ і H₂O), 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 вигорілі хімічно активні гази течуть 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 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 плавильний циклон, призводячи до швидкого нагрівання і часткового плавлення, що супроводжується частковим відновленням (приблизно на 10-20 %). Відновлення пов'язане з термічним розкладанням гематиту і з відновлювальною дією CO/H₂ 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 результат вищеописаного варіанту процесу "Hlsarna" полягає в тому, що створюється процес двоступінчастого протитоку. Металовмісний вихідний матеріал нагрівається і частково відновлюється вихідними хімічно активними газами, утвореними в плавильній ванні (з домішкою кисневмісного газу), і тече донизу в плавильну піч і 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 кисне-видувна версія процесу "Hlsmelt" були запуснені в плавильній печі шляхом подачі гарячого металу (від зовнішнього джерела) в основну камеру печі крізь форкамеру печі, починаючи подачу кисневмісного газу (звичайно технічного кисню) і твердого вуглецевмісного матеріалу (зазвичай вугілля) і генерації тепла в основній камері. При цьому способом гарячого запуску тепло генерується через самозаймання горючого матеріалу в основній камері. Заявник запропонував, щоб після цього першого етапу у способі гарячого запуску було додавання шлакоутворюючих агентів і пізніше додавання металовмісного вихідного матеріалу (наприклад, залістистих матеріалів, таких як залізна руда) в основну камеру. Спосіб гарячого запуску описаний в супроводжуваній міжнародній заявці під назвою "Запуск плавильного процесу", поданої від імені заявника в той же день як і Міжнародна заявка по даному винаходу.

У дослідно-промислових установках для процесу "Hlsarna", які базувалися на застосуванні технічного кисню як кисневмісного газу, вугіллі як твердого вуглецевмісного матеріалу, і подрібненої залізної руді як металовмісного матеріалу, тестували вказаний вище спосіб гарячого пуску. Заявник виявив, що існує кінцеве тимчасове вікно після заливання гарячого металу в основну камеру плавильної печі в межах якого можна безпечно починати подачу холодного кисню і вугілля в основну камеру і мати самозаймання горючого матеріалу і генерування тепла в основній камері, яке необхідне для початку цього процесу. Було встановлено, що час цього тимчасового вікна складає близько 1-2 годин в умовах дослідно-промислової установки. Було встановлено, що період часу змінюється залежно від (серед інших факторів) геометрії плавильної печі, температури металу, що завантажують, і хімічного складу металу, що завантажують. Було також виявлено, що якщо етапи початку подачі кисню і вугілля в основну камеру не були реалізовані протягом необхідного часового вікна, то стає неможливо гарантувати самозаймання вугілля і холодного кисню всередині основної камери. Це приводить до створення суміші не згорілого вугілля і кисню, які залишають основну камеру, створюючи можливість вибуху вугільного пилу (і пов'язаних з цим пошкоджень) наступного обладнання.

Заявник виявив, що механізм, пов'язаний з цим тимчасовим вікном залежить від утворення шару шлаку поверх розплавленого металу. Після того, як цей шар шлаку досить добре встановлений, він охолоджується випромінюванням в плавильній печі, наприклад водними панелями у верхній просторі основної камери, і стає твердим, ефективно створюючи покривний шар на розплавленому металі. Цей шар діє як тепловий ізолятор, який обмежує передачу тепла від розплавленого металу, що знаходиться під цим покривним шаром у верхній простір основної камери вище цього шару, в результаті чого теплові умови в верхньому просторі є занадто холодними, щоб підтримувати самозаймання горючого матеріалу у верхньому просторі. У зв'язку з цим, заявник вважає, що цей шлак, утворений в ході випробувань на дослідно-промисловій установці, насамперед залежить від (i) шлакових покриттів, які залишені від попередніх операцій і (ii) кисню, який реагує з складовими елементами в розплавленому металі (зокрема з кремнієм, який реагує для утворення діоксиду кремнію).

Заявник також знайшов, що на дослідно-промисловій установці має місце та ж проблема, якщо установка працювала в нормальному режимі, а потім була зупинена (включаючи зупинку подачі твердих вихідних матеріалів в основну камеру) протягом значного періоду часу (наприклад, для виконання механічної ремонту назовні плавильної печі). В цих умовах шар шлаку, як правило, значно товстіше в порівнянні з шаром шлаку при запуску процесу. Гарячий метал крім того є значно нижче поверхні шлаку, і, отже, менш здатний утримувати верхню поверхню шлаку гарячою за рахунок теплопровідності. Тепло поверхні шлаку було втрачено в плавильній печі, наприклад, на панелі з водяним охолодженням у верхньому просторі основної камери шляхом випромінювання, і холодний, твердий шар, формується на ванні розплавленого металу швидше, ніж раніше. Коли плавильна піч не працювала більш, ніж приблизно 15-30 хвилин, самозаймання вугілля та холодного кисню, отже виділення тепла, необхідного для підтримки процесу запуску в основній камері плавильної печі, було неможливо гарантувати.

В ході випробувань на дослідно-промисловій установці заявник розробив безпечний, практичний спосіб запуску процесу "Hlsarna" в цих умовах. Важливою основою методу є визнання необхідності (перед введенням холодного кисню і вугілля або іншого прийнятного газу, що містить кисень, і твердого вуглецевмісного матеріалу) створення досить великої і стабільної "гарячої зони" для займання кисню і вугілля в основній камері плавильної печі

незалежними засобами, тобто незалежно від подачі холодного кисню і вугілля перед їх подачею в основну камеру.

Спосіб запуску процесу плавки відповідно до цього винаходу можна застосовувати до запуску (цей термін включає і "повторний запуск") будь-якого процесу плавки ванні розплаву, коли температурні умови (температури) всередині верхнього простору основної камери плавильної печі є занадто низькими, щоб забезпечити безпечне самозаймання будь-якого холодного кисневмісного газу та твердого вуглецьвмісного матеріалу, що знову подаються в основну камеру. Як описано вище, такі умови, як правило, виникають, коли твердий шар заохололого шлаку присутній на верхній поверхні ванни розплаву в основній камері.

Суть винаходу

Відповідно до даного винаходу запропоновано спосіб запуску процесу на основі ванни розплаву для плавки металовмісного вихідного матеріалу для утворення розплавленого металу в плавильній установці, яка має плавильну піч, з основною камерою, яка містить ванну розплавленого металу, і при цьому не здійснюють введення твердих вихідних матеріалів в плавильну установку під час початку здійснення способу. Спосіб має наступні етапи:

(а) введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру плавильної печі для утворення гарячої зони в основній камері;

(б) початок подачі холодного кисневмісного газу в основну камеру і запалення горючого матеріалу в основній камері;

(в) початок подачі вуглецьвмісного матеріалу в основну камеру, підвищення температури в основній камері і плавлення захололих матеріалів в основній камері, і

(г) початок подачі металовмісного вихідного матеріалу в основну камеру і плавка металовмісного матеріалу та отримання розплавленого металу в основній камері.

Термін "холодний", що застосовується до кисневмісного газу, слід розуміти тут, як позначення холоду в тому сенсі, що газ знаходиться при температурі нижче, ніж потрібно для самозаймання суміші вуглецьвмісного матеріалу і кисневмісного газу (тобто нижче приблизно 700-800 °C у випадку суміші вугілля і кисню).

Термін "заохололі матеріали", що згадується в етапі (в) вище, визначає, наприклад, твердий шар шлаку, виявлений при випробуваннях на дослідно-промисловій установці.

Спосіб може включати подачу горючого матеріалу в основну камеру перед етапом (а). Як приклад, спосіб може включати подачу твердого горючого матеріалу (наприклад, деревини, деревного вугілля або іншого відповідного твердого матеріалу) в основну камеру введенням горючого матеріалу вручну крізь отвір (наприклад, шлакову лютку) в основній камері. Як ще один приклад, спосіб може включати подачу газового горючого матеріалу або рідинного горючого матеріалу в основну камеру. Газовим горючим матеріалом може бути природний газ. Рідинним горючим матеріалом може бути нафта.

Цей додатковий етап подачі горючого матеріалу в основну камеру перед етапом (а) може не знадобитися в ситуаціях, коли твердий шар є тонким та/або не повністю сформованим і може бути вже достатньо горючого матеріалу в основній камері для підтримки горіння від джерел запалення, коли подачу кисневмісного газу починають на етапі (б). У деяких ситуаціях, наприклад, коли спосіб використовується після короткої перерви операції плавлення, твердий шар може бути не повністю сформованим і може бути достатньо залишкового горючого матеріалу в печі для підтримки запалювання, коли подача кисневмісного газу починається на етапі (б). В інших ситуаціях, спосіб може включати подачу горючого матеріалу в основну камеру після етапу (а) введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру і перед етапом (б) початку подачі холодного кисневмісного газу в основну камеру і запалення горючого матеріалу в основній камері. Горючий матеріал може бути твердим або газоподібним, або рідинним горючим матеріалом, як описано вище.

Взагалі, описані вище варіанти подачі горючого матеріалу в піч до або після введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру можуть бути використані в різний час. Якщо зупинка установки є відносно короткою (але занадто довгою, щоб просто почати подачу вугілля і кисню або іншого прийняттого вуглецьвмісного матеріалу і кисневмісного газу без надання джерела запалення), то додавання горючого матеріалу в основну камеру перед етапом (б) може бути не потрібне. При більш довгих зупинках інші варіанти, що включають подачу горючого матеріалу в основну камеру до або після стадії (а), можуть бути необхідні.

Спосіб може включати (в умовах запуску або коли шар шлаку в основній камері, оцінений як невеликий) початок подачі шлаку або шлакоутворювальних матеріалів в основну камеру і формування шлаку на розплавленому металі після етапу (в) і до етапу (г), зазначених вище.

Джерело запалювання для етапу (а) введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру може бути адаптоване до роботи протягом часу тривалості не менше 3 хвилин, зазвичай принаймні 5 хвилин.

5 Джерело запалювання для етапу (а) може бути вибране на підставі того, що воно не вимагає газового кисню в основній камері для того, щоб залишатися запаленим.

Джерело запалювання для етапу (а) може мати свій власний "автономний" кисень (наприклад, у вигляді оксиду заліза) так, що воно горить незалежно від того, знаходиться в повітрі, кисні або азоті. Що стосується азоту, то слід зазначити, що азот (або інший інертний газ) зазвичай використовують для очищення фурм вдування твердих речовин, і, з точки зору способу, його може бути мало, якщо будь-який газовий кисень може бути доступним всередині основної камери.

Джерелом запалювання для етапу (а) може бути полум'я на основі магнію.

Спосіб може включати контролювання того, що зовнішнє джерело запалено в основній камері після введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру на етапі (а).

15 Етап контролювання того, що джерело запалювання запалено в основній камері може бути здійснений безпосереднім спостереженням або спостереженням за допомогою камери, встановленої у прийнятний отвір, наприклад, шлакову лютку, плавильної печі.

Етап (б) початку подачі холодного кисневмісного газу та запалення горючого матеріалу в основній камері може включати початок подачі кисню в основну камеру і запалення горючого матеріалу в основній камері.

Етап (б) початку подачі холодної кисневмісного газу та запалення горючого матеріалу в основній камері може включати початок подачі технічного кисню при температурі подачі нижче 800°C в основну камеру і запалення горючого матеріалу в основній камері.

25 Етап (б) початку подачі холодного кисневмісного газу та запалення горючого матеріалу в основній камері може включати початок подачі невеликої кількості холодного кисню (зазвичай 10-30 % від нормального потоку кисню для здійснення процесу) в основну камеру. У такій ситуації, горючий матеріал, присутній в основній камері (наприклад, залишковий вуглецьвмісний матеріал від попередньої операції і/або деревина як додатковий горючий матеріал, що подається в основну камеру перед етапом (а)), повинен бути запалений і горіти.

30 Спосіб може включати контролювання запалення горючого матеріалу після стадії (б) запалення горючого матеріалу в основній камері.

Етап контролювання запалювання може бути здійснений безпосереднім спостереженням або спостереженням за допомогою відповідної камери за тим, що матеріал горить в основній камері. Використання деревини як операційного горючого матеріалу, що подається в основну камеру перед етапом (а), є особливо вигідним, так як вона буде горіти протягом декількох хвилин яскравим полум'я, що легко розпізнається.

Етап (в) початку подачі вуглецьвмісного матеріалу в основну камеру може включати подачу вуглецьвмісного матеріалу при температурі подачі нижче 150 °C. Вуглецьвмісний матеріал може бути твердим матеріалом (наприклад, вугіллям) або газовим матеріалом (наприклад, природним газом) або рідинним матеріалом (наприклад, нафтою).

Етап (в) може включати контролювання, того, що виділення діоксиду вуглецю в основній камері триває, через автономну систему газового аналізу.

45 Етап (г) може включати нарощування подачі кисневмісного газу та вуглецьвмісного матеріалу, поданих в більш ранніх етапах способу, або подачу збільшеної кількості іншого кисневмісного газу та вуглецьвмісного матеріалу в основну камеру. Як приклад, може бути кращим використання газоподібного вуглецьвмісного матеріалу на етапі (в) способу і перехід на подачу твердого вуглецьвмісного матеріалу, коли металовмісний матеріал подають в основну камеру на етапі (г).

Етап (г) може включати нарощування подачі металовмісного матеріалу в основну камеру.

50 Установка може мати (i) описану вище плавильну піч, яка виконана з можливістю містити ванну розплавленого металу і (ii) плавильний циклон, який розташований вище плавильної печі і сполучається з нею. У цьому випадку, етап (г) може включати початок подачі металовмісного вихідного матеріалу і кисневмісного газу в плавильний циклон і генерування горизонтально обертового потоку матеріалу в циклоні і спалювання горючого газу, який тече вгору в циклон з печі і часткове відновлення і плавлення металовмісного вихідного матеріалу в циклоні. При цьому частково відновлений, розплавлений металовмісний вихідний матеріал тече 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 інші відповідні пристрої для подачі металовмісного матеріалу до ванни або безпосередньо, або через плавильний циклон, (д) засіб, такий як
 5 форкамера для видалення металу і шлаку з основної камери, і (е), щонайменше, 40 %, зазвичай, щонайменше, 50 %, частини стінки плавильної печі над ванною з шарами захопленого шлаку покритою панелями з водним охолодженням.

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

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

(б) подачу кисневмісного газу в основну камеру для горіння над ванною горючого газу, що вивільняється з ванни, і генерація тепла для реакцій плавки всередині ванни, причому,
 15 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 руху 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 верхньому просторі 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.

Короткий опис креслень

25 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";

30 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 на розплавленому металі і шари розплавленого шлаку в печі.

Опис варіанту (варіантів)

35 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.

40 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, з прямим сполученням між камерами плавильного циклону 2 і плавильної печі 4.

Під час стаціонарної операції плавки (фіг. 1) суміш руди на основі магнетиту (або іншої залізної руди) з максимальним розміром 6 мм і флюсу, наприклад, вапняка, подають через сушарку руди разом з газом 1а для пневматичного транспортування в плавильний циклон 2. Вапняк складає приблизно 8-10 % ваги 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
 50 тече 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 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".
 55 Перемішування ванни 25 розплаву відбувається, завдяки виділенню летких компонентів вугілля у ванну, які генерують газ, наприклад, CO і H₂, в результаті чого відбувається рух вгору газу та
 60

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_2 , 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 7 та додаткове введення кисню 8 в плавильний циклон 2.

Робочі умови, але не обмежуючись ними, а саме: швидкості подачі вугілля і кисню в основну камеру 19 плавильної печі 4, швидкості 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 додатковий кисень 11 вводиться, щоб спалити залишки CO/ H_2 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_2 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 піддон 33 і бічні стінки, 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.

Коли процес "Hlsarna" (фіг. 2) переривається за будь-якої причини і процес не здійснюється вже більше 15-30 хвилин (тобто не було введення твердих вихідних матеріалів в плавильний циклон 2 і плавильну піч 4 за цей період часу), на основі випробувань дослідно-промислової установки, згаданої вище, визначено, що твердий шар 29 утворюється на поверхні шлаку в основній камері 19. Формування твердого шару 29 вказує, що не можливо гарантувати безпечне самозапалювання вугілля і холодного кисню, що подаються в основну камеру для запуску процесу "Hlsarna" і, крім того, подача вугілля та холодного кисню в основну камеру при цих умовах може призвести до змішування неспаленого вугілля і кисню, які видаляються з основної камери, створюючи можливість вибуху вугільного пилу (і пов'язаних з цим пошкоджень) в наступному обладнанні.

Згідно з одним варіантом здійснення способу за даним винаходом для того, щоб безпечно розпочати процес "Hlsarna" в цьому стані "простоювання обладнання", виконуються наступні етапи:

1. Шлакову льотку 6 відкривають, і горючий матеріал у вигляді 10-20 довгих, тонких дошок деревини (кожна близько від однієї третини до половини діаметру основної камери 19 плавильної печі 4 в довжину і розмірами, що забезпечують легке вштовхування крізь шлакову льотку 6) вручну проштовхують в основну камеру 19.

2. Полум'я, подібне загальноприйнятому при киснево-конвертерному виробництві сталі (наприклад, типу Beko Vuurwerk BV., Hoogoven Fakkel Item № 4490), викидається в основну камеру 19 через шлакову льотку 6, і використовують пряме візуальне спостереження для підтвердження, що полум'я є всередині основної камери 19. Це полум'я утворює гарячу зону в основній камері 19.

3. Холодний кисень подають в основну камеру 19 через фурми 37 при швидкості потоку, який дорівнює приблизно 10-30 % від нормального потоку, коли процес "Hlsarna" здійснюється при номінальному виробництві металу в плавильній установці.

4. Як тільки було перевірено (наприклад, при безпосередньому спостереженні), що існує полум'я на основі кисню всередині основної камери 19 через займання, завдяки гарячій зоні, подають вугілля в основну камеру 19 крізь фурми 35 зі швидкістю близько 5-20 % від швидкості, яка має місце при нормальному перебігу процесу.

5. Після перевірки, що вугілля запалене, наприклад, шляхом безпосереднього спостереження, шлакову лютку 6 закривають, і склад відхідного газу з основної камери 19 контролюють за допомогою звичайної автономної системи газового аналізу, щоб забезпечити постійну генерацію діоксиду вуглецю.

6. Кількість вугілля і кисню збільшують відповідно до практики нормального запуску і нагрівання (подають тільки вугілля і кисень) проводиться протягом періоду часу, потрібного для повторного плавлення шлаку в основній камері і встановлення прийнятних умов для подачі руди. Тривалість нагрівання буде змінюватись в залежності від того, як довго установка простоювала, і, як правило, вона знаходиться в діапазоні 0,5-2 годин.

7. Як тільки нагрівання завершено руду і кисень подають в плавильний циклон 2 і руда плавиться, частково відновлюється і тече донизу в основну камеру 19 і в основній камері починається виробництво заліза за процесом, описаним вище з посиланням на фіг. 1.

Наведений вище опис стосується запуску процесу "Hlsarna" після того, як була перерва процесу принаймні на 15-30 хвилин, протягом яких твердий шар 29 шлаку формується на ванні розплавленого металу в основній камері 19. Такі ж етапи 1-7 для початку процесу "Hlsarna", викладеного вище, можуть бути використані під час першого запуску процесу "Hlsarna" в ситуації, коли твердий шар 29 утворюється в ході цього процесу запуску плавки.

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

Як приклад, етап 1 не обмежується використанням твердого горючого матеріалу, а також можуть бути використані газоподібні або рідкі горючі матеріали.

Як ще один приклад, даний винахід не обмежується додаванням горючого матеріалу до введення джерела запалення в плавильну піч 4. Зокрема, можуть бути ситуації, де бажано додати горючий матеріал після введення джерела запалення в піч і до початку подачі холодного кисню (або іншого прийнятного газу, що містить кисень). У деяких ситуаціях, додавання горючого матеріалу може бути не потрібне взагалі і запалювання може бути досягнуто на основі залишкового горючого матеріалу в плавильній печі 4.

Як ще один приклад, у візуальному (або іншому) спостереженні, того, що джерело запалювання є запаленим, немає необхідності на етапі 2 в ситуаціях, коли джерело запалювання має своє власне джерело кисню.

Як ще один приклад, даний винахід не обмежується часом тривалості, щонайменше, 15-30 хвилин, протягом яких немає подачі твердих вихідних матеріалів в паливний циклон 2 і плавну піч 4. Період часу може варіюватися залежно від цілого ряду факторів, включаючи тип металовмісного матеріалу і характеристики плавильної печі, наприклад, швидкість втрати тепла з шлаку в піч. У будь-якій наведеній ситуації, період часу є час, необхідний для формування твердого шлаку на ванні розплавленого металу до такої міри, що стає проблематичним почати впровадження холодного кисню і вугілля в основну камеру 19 плавильної печі 4.

Наведений вище опис базується на вугіллі як вуглецевмісному матеріалу і кисні технічного сорту як кисневмісного газу. Даний винахід не обмежується цим і поширюється на будь-який прийнятний кисневмісний газ та будь-які прийнятні тверді вуглецевмісні 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 і процесу "Hlsmelt". Як зазначено вище, процес "Hlsmelt" описаний в значній кількості патентів і заявок на патенти на ім'я заявника. Як приклад, процес "Hlsmelt" описується у міжнародній заявці РСТ/AU96/00197 на ім'я заявника. Розкриття в описі патенту поданої Міжнародної заявки включено тут як перехресне посилання.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб запуску процесу плавки на основі ванни розплаву для плавки металовмісного вихідного матеріалу для утворення розплавленого металу в плавильній установці, яка має плавильну піч з основною камерою, що містить ванну розплавленого металу, який має наступні етапи:

(а) введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру плавильної печі для утворення гарячої зони в основній камері,

(б) початок подачі холодного кисневмісного газу в основну камеру і запалення горючого матеріалу в основній камері,

(в) початок подачі вуглецевого матеріалу в основну камеру, підвищення температури в основній камері і плавлення застиглих матеріалів в основній камері, і

(г) початок подачі металовмісного вихідного матеріалу в основну камеру і плавку металовмісного матеріалу та одержання розплавленого металу в основній камері.

2. Спосіб за п. 1, який включає подачу горючого матеріалу в основну камеру перед етапом (а) введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру.

5 3. Спосіб за п. 2, який включає подачу горючого матеріалу в основну камеру введенням горючого матеріалу вручну крізь отвір в основній камері.

4. Спосіб за п. 1, який включає подачу горючого матеріалу в основну камеру, після етапу (а) введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру і перед етапом (б) початку подачі холодного кисневмісного газу в основну камеру, і запалення горючого матеріалу в основній камері.

10 5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який включає початок подачі шлаку або шлакоутворювальних матеріалів в основну камеру і формування шлаку на розплавленому металі після етапу (в) і до етапу (г).

6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому джерело запалювання адаптують до роботи протягом часу щонайменше 3 хвилини.

15 7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому джерело запалювання вибирають на підставі того, що воно не потребує газоподібного кисню в основній камері для того, щоб залишатися запаленим.

8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому джерело запалювання для етапу (а) містить свій власний "автономний" кисень так, що воно горить незалежно від того, знаходиться воно в повітрі, кисні або азоті.

20 9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому джерелом запалювання для етапу (а) є факел на магнієвій основі.

10. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який включає контролювання того, що зовнішнє джерело запалювання запалено в основній камері після введення зовнішнього джерела запалювання в основну камеру на етапі (а).

25 11. Спосіб за п. 10, в якому етап контролювання того, що джерело запалювання запалено в основній камері, здійснюють безпосереднім спостереженням або за допомогою камери, встановленої в отвір в плавильній печі.

30 12. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому етап (б) початку подачі холодного кисневмісного газу і запалення горючого матеріалу в основній камері включає початок подачі кисню в основну камеру і запалення горючого матеріалу в основній камері.

13. Спосіб за п. 12, в якому етап (б) початку подачі холодного кисневмісного газу і запалення горючого матеріалу в основній камері включає початок подачі технічного кисню при температурі подачі нижче 800 °C в основну камеру і запалення горючого матеріалу в основній камері.

35 14. Спосіб за п. 12 або п. 13, в якому кількість холодного кисневмісного газу становить 10-30 % від нормального потоку кисню для процесу плавки на основі ванни розплаву.

15. Спосіб за п. 14, який включає контролювання запалювання горючого матеріалу після етапу (б) запалення горючого матеріалу в основній камері.

40 16. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому етап контролювання запалювання здійснюють безпосереднім спостереженням або спостереженням за допомогою прийнятної камери за горінням матеріалу в основній камері.

17. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому етап (в) початку подачі вуглецевого матеріалу включає подачу вуглецевого матеріалу в основну камеру при температурі подачі нижче 150 °C.

18. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому етап (в) включає контролювання того, що генерування діоксиду вуглецю в основній камері триває, через автономну систему газового аналізу.

19. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому етап (г) включає нарощування подачі кисневмісного газу та вуглецевого матеріалу, які подають на більш ранніх етапах способу, або подачу більших кількостей іншого кисневмісного газу та вуглецевого матеріалу в основну камеру.

20. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому стадія (г) включає нарощування подачі металовмісного матеріалу в основну камеру.

55 21. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому процес плавки на основі ванни розплаву включає наступні етапи:

(а) подачу твердого вуглецевого матеріалу і металовмісного матеріалу, який може бути твердим або розплавленим, у ванну розплаву, генерування хімічно активного газу, плавлення металовмісного матеріалу та одержання розплавленого металу у ванні,

- (б) подачу кисневмісного газу в основну камеру для забезпечення згорання хімічно активного газу над ванною для генерування тепла для плавильних реакцій у ванні, і
- (в) одержання суттєвого руху вгору розплавленого матеріалу з ванни за допомогою висхідних течій газу для створення теплоносійних крапель і бризок розплавленого матеріалу, які нагріваються при викиді в зону горіння у верхньому просторі основної камери, а потім падають назад у ванну, завдяки чому краплі і бризки несуть тепло донизу у ванну, де його використовують для плавлення металовмісного матеріалу.
- 5

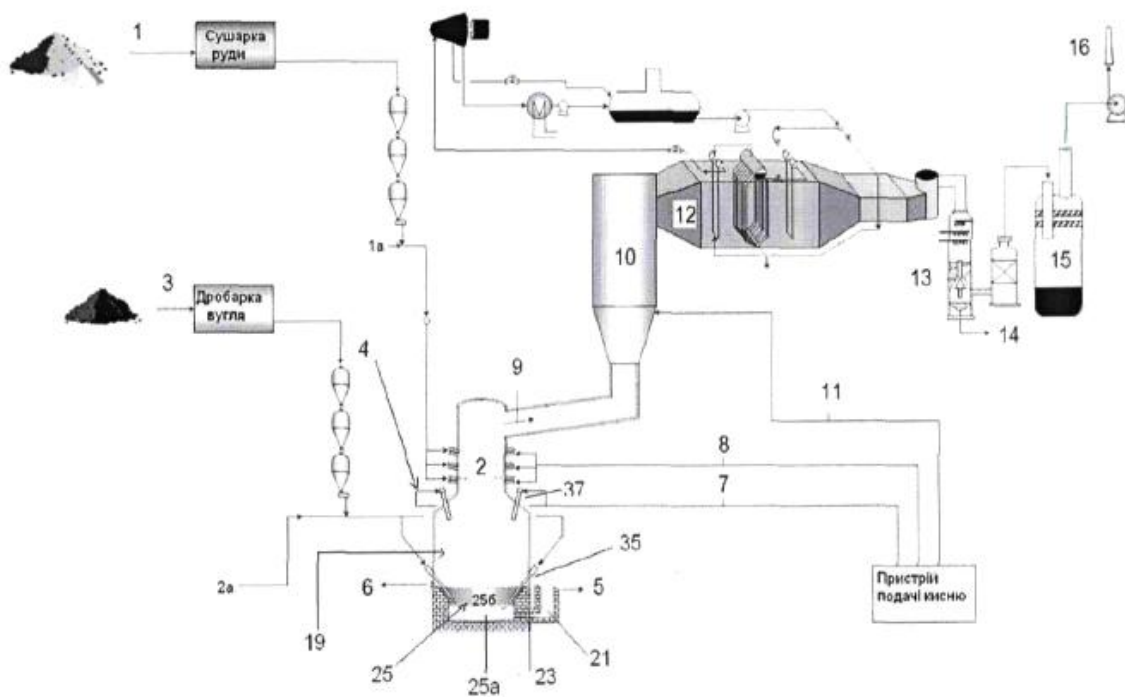


Fig. 1

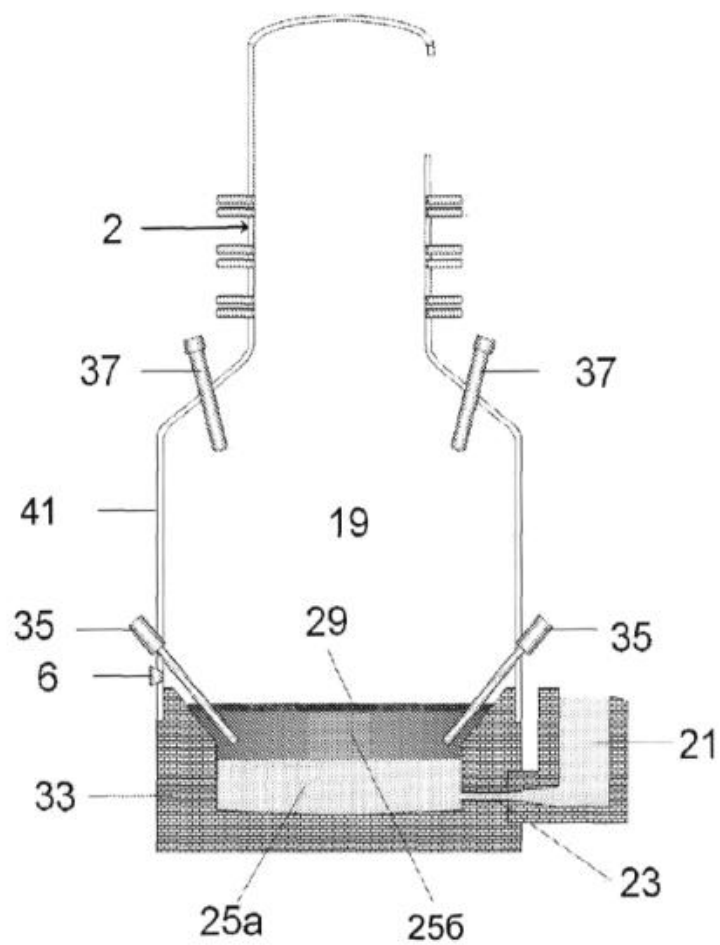


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Т. Вахричева

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