



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81890 (13) C2
(51) МПК (2006)
C21B 13/00
F27B 3/10
F27B 3/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ПРЯМОГО ОДЕРЖАННЯ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) а200706473

(22) 11.06.2007

(24) 11.02.2008

(72) НЕКЛЕСА АНАТОЛІЙ ТИМОФІЙОВИЧ, UA,
НОВІНСКИЙ ВАДИМ ВЛАДИСЛАВОВИЧ

(73) НЕКЛЕСА АНАТОЛІЙ ТИМОФІЙОВИЧ, UA

(56) Заявка UA а200604818, пріор. 03.05.2006,
публ. 12.11.2007

UA 37264 C2, 15.05.2001

UA 44347 C2, 15.02.2002

UA 47498 C2, 15.07.2002

UA49894 C2, 15.10.2002

US 4154972 A, 15.05.1979

EP 0353541 A2, 07.02.1990

US 4177060 A, 04.12.1979

(57) 1. Спосіб прямого одержання залізовуглецевих сплавів, що включає завантаження залізорудної шихти, утворення в печі ванни розплаву, що має шар металу й шлаку, введення залізовмісного вихідного матеріалу й твердого вуглецевмісного матеріалу в шар розплаву, плавлення залізовмісного матеріалу в розплавленій ванні, генерування руху уверх розплавленого матеріалу у вигляді бризок, крапель і струменів у верхній простір над поверхнею ванни розплаву, допалювання реакційних газів, що виходять із рідкої ванни, який відрізняється тим, що залізовмісний і вуглецевмісний дрібнозернистий матеріал безперервно подають за допомогою несучого газу на плазмові струмені, які направляють у розплав над шаром металу, причому несучим газом для залізовмісного матеріалу є окислювальний, відновлювальний або нейтральний газ, а для вуглецевмісного матеріалу - окислювальний кисневмісний газ, при цьому випуск розплавленого металу й злив рідких шлаків здійснюють окремими льотками через проміжні камери.

2. Пристрій для прямого одержання залізовуглецевих сплавів, що містить піч, з похилою подиною, вузол подачі шихтових матеріалів, склепіння, опущену в розплав роз'єднувальну стінку, канали для відведення відхідних газів, вузли видалення металу й шлаку, які розміщені в окремих секціях і сполучені

2

каналами з ванною розплаву, джерела нагрівання, розміщені в склепінні й стінках, який відрізняється тим, що джерелами нагрівання шихтових матеріалів служать основні й допоміжні плазмотрони, основні плазмотрони установлені в стінках печі під кутом до передбачуваної лінії розділу шлак-метал, кожний з яких оснащений прилеглим до торця сопла анода вузлом уведення дрібнозернистого матеріалу, причому плазмотрони, які розміщені в торцевій стінці печі, призначені для транспортування дрібнозернистого залізовмісного матеріалу, а плазмотрони, установлені в бічних стінках, - для подачі твердого дрібнозернистого вуглецевмісного матеріалу, а секція зливу металу включає суміжні з роз'єднувальною стінкою, закриті кришками вертикальні камери, одна з яких по поду з'єднана в нижній частині каналом з ванною розплаву, а у верхній частині - з порожниною іншої камери, секція зливу шлаку включає дві камери, які межують із бічною стінкою печі, порожнини яких сполучені у верхній частині, а нижня частина першої камери з'єднана із шаром шлаку ванни розплаву каналом таким чином, що нижня стінка каналу перебуває в площині, що проходить через центральні осі сопел основних плазмотронів, при цьому склепіння по довжині печі виконано східчастим, на нижньому східці якого розміщені вузол подачі вихідного матеріалу для одержання розплаву, допоміжні плазмотрони, рознесені по ширині східця, і форсунки для подачі кисневмісного газу, а на верхньому східці склепіння в площині роз'єднувальної стінки виконаний канал для відводу відхідних газів у теплообмінник.

3. Пристрій за п. 2, який відрізняється тим, що в секції зливу металу в кришці першої камери встановлено допоміжний плазмотрон.

4. Пристрій за п. 2, який відрізняється тим, що в секції зливу металу й у секції зливу шлаку у кришках других камер встановлено патрубок відхідного газу.

5. Пристрій за п. 2, який відрізняється тим, що в секції зливу шлаку у кришці першої камери встановлено газовий пальник або плазмотрон.

(13) C2

(11) 81890

(19) UA

6. Пристрій за п. 2 або 4, який відрізняється тим, що перші й другі камери обох секцій оснащені льотками, причому льотка першої камери в обох секціях - резервна.

7. Пристрій за п. 2, який відрізняється тим, що основні й допоміжні плазмотрони встановлені у водоохолоджувальних кесонах.

Взаємозв'язана група винаходів належить до плазмової технології і може бути застосована в чорній металургії для прямого одержання заліза із залізовмісного матеріалу і пристрою для безперервної плавки матеріалу в розплаві.

Відомий спосіб відновлювальної плавки металургійної сировини, що включає його подачу в реакційну посудину, вдмухування реагентів зверху й знизу з утворенням ванни розплаву, допалення газів, що виділяються з розплаву, шляхом вдмухування кисневмісних газів у газовий простір над розплавом, розбризкування розплаву й викид його в газовий простір з поглинанням енергії, утвореної при допаленні газів, що виділяються з розплаву, й переносом її у ванну розплаву, відповідно до винаходу, розбризкування й викид розплаву в газовий простір над розплавом здійснюють шляхом вдмухування газів знизу через донні заглибні фурми з інтенсивністю, що забезпечує утворення розбризкувальних часток у дисперсній формі і їхній рух по балістичній траєкторії [Патент Росії №2105069, кл. C21B13/00, заявл.15.10.1993, опубл.20.02.1998].

Даний спосіб дозволяє скоротити теплові втрати в реакторі, але відрізняється складністю й необхідністю виконання додаткових операцій у зв'язку з можливістю виникнення проблем, пов'язаних з так званим «нашаруванням» усередині реакційної посудини. У результаті погіршуються техніко-експлуатаційні параметри реактора, оскільки ускладнюється процес його підготовки до роботи. Крім того, введення шихти з боку торцевої частини реактора спричиняє нерівномірний її розподіл по об'єму ванни, що має великі поперечні розміри.

Найбільш близьким по технічній сутності й результату, що досягається (прототип), прийнятий спосіб прямої плавки для виробництва металів з металовмісного вихідного матеріалу, що включає утворення в металургійній ємності рідкої ванни, що має шар металу й шар шлаку, розташований на шарі металу, введення металовмісного вихідного матеріалу й твердого вуглецевмісного матеріалу в шар металу через фурми, що викликають викид розплавленого матеріалу у вигляді бризків, крапель і струменів у верхній простір вище спокійної поверхні рідкої ванни для утворення перехідної зони, плавлення металовмісного матеріалу в шарі металу й введення кисневмісного газу в ємність через одну або більше фурм для наступного згоряння вихідних з рідкої ванни реакційних газів для забезпечення передачі тепла висхідних і згодом спадних бризків, крапель і струменів розплавленого матеріалу в рідку ванну й зниження до мінімуму втрат тепла з ємності через бічні стінки, що перебувають у контакті з перехідною зоною, відповідно до винаходу, спосіб включає стадію керування процесом шляхом

підтримки великого запасу шлаку, глибину якого контролюють на рівні, щонайменше, 1,5м [Патент Росії №2226219, кл. C21B13/00, заявл.01.07.1999, опубл.27.03.2004].

На відміну від аналога, даний спосіб забезпечує можливість виключення застосування донної інжекції газу, а також труднощі при конструюванні, пов'язані з такою донною інжекцією, а інжектування несучого газу й вуглецевмісного матеріалу й окислів металу у ванну розплаву виконують через ділянку бічної стінки металевієї ємності, що контактує з ванною розплаву.

Однак у цьому способі внаслідок низької температури нагрівання під час відновлення потрібен великий проміжок часу для нагрівання й відновлення, а для масового виробництва необхідно великогабаритне встаткування й, крім того, відновлення здійснюється при великому енергоспоживанні.

Відома піч для безперервної плавки матеріалів, що містять кольорові й чорні метали, що включає кесоновану шахту, розділену поперечними перегородками на камеру окисного плавлення й на камеру відновлення оксидів шлаку, постачені фурмами, східчасту подину, сифон з отворами для випуску шлаку і металовмісної фази, відповідно до винаходу, кесонована шахта виконана прямокутною внизу й розширеною у верхній частині, нижня кромка перегородки, розташованої з боку камери окисного плавлення, установлена на 5-15 діаметрів фурми камери окисного плавлення нижче осі цих фурм, а верхня кромка цієї перегородки розташована вище осі фурм камери відновлення оксидів шлаків на 2,5-4,5 відстаней від осі фурм камери відновлення оксидів шлаків до порога отвору для випуску шлаків [Патент Росії №2242687, кл. F27B17/00, заявл.22.04.2003, опубл.20.12.2004].

Ефект від спалювання окису вуглецю над шлаком незначний, тому що тільки невелика частина тепла передається шлаку і далі металу, а більша частина виноситься з відхідними газами, крім того швидкість відновлення оксидів заліза твердим вуглецем і частково утвореним в шлаку газоподібним (CO) відновлювачем порівняно мала.

Найбільш близьким по технічній сутності й результату, що досягається, (прототип), прийнято пристрій для безперервної плавки матеріалів у розплаві, що містить шахту, подину, фурми, вузли подачі шихтових матеріалів, склепіння, опущену в розплав роз'єднувальну стінку, газовідвід, шлаковий сифон з випускним порогом і вузол відведення металу, розміщений в окремій секції, з'єднаний із шахтою донним каналом, відповідно до винаходу, секція видалення металу виконана у вигляді герметизованої камери, у склепінні якої розташовані пальники, канали для відводу

відхідних газів і вузол видалення металу між ними, при цьому вузол видалення металу виконаний у вигляді затравки, розміщеної в охолоджувальній гілзі й з'єднаної з механізмом її витягування [Патент Росії №2033430, кл.С21В13/00, F27В1/00, заявл.28.02.1991, опубл.20.04.1995].

Даний пристрій призначений для одержання чавуну, що потім подають разом із залізним або сталевим брухтом у кисневий конвертер або електричну піч для одержання сталі. Це пов'язано зі споживанням великої кількості енергії, а утворені в процесі роботи згаданого устаткування шкідливі виділення, сильно забруднюють навколишнє середовище.

В основу першого із групи винаходів поставлене завдання вдосконалення способу прямого одержання залізовуглецевих сплавів шляхом введення дрібнозернистого металовмісного й твердого вуглецевмісного матеріалу за допомогою несучого газу на плазмові струмені, що дає можливість інтенсивно нагрівати шихту до температури плавлення, і за рахунок цього одержувати високий вихід продукту з низькими капітальними витратами й високим енергетичним ККД.

В основу другого із групи винаходів поставлене завдання вдосконалення пристрою для прямого одержання залізовуглецевих сплавів шляхом оптимального енергонасичення процесу в сукупності із запропонованою конструкцією елементів печі й використанням дрібнозернистої залізовмісної руди й мілкого вугілля при забезпеченні умов оптимального газодинамічного режиму й за рахунок цього одержувати залізовуглецевий сплав високої чистоти з низькими капітальними витратами.

Перше поставлене завдання вирішується тим, що в способі прямого одержання залізовуглецевих сплавів, що включає завантаження залізорудної шихти, утворення в печі ванни розплаву, що має шар металу й шлаку, введення залізовмісного вихідного матеріалу й твердого вуглецевмісного матеріалу в шар розплаву, плавлення залізовмісного матеріалу в розплавленій ванні, генерування руху уверх розплавленого матеріалу у вигляді бризків, крапель і струменів у верхній простір над поверхнею ванни розплаву, допалення реакційних газів, що виходять із рідкої ванни, згідно винаходу, залізовмісний і вуглецевмісний дрібнозернистий матеріал безперервно подають за допомогою несучого газу на плазмові струмені, які направляють у розплав над шаром металу, причому несучим газом для залізовмісного матеріалу є окиснювальний, відновлювальний або нейтральний газ, а для вуглецевмісного матеріалу - окиснювальний кисневмісний газ, при цьому випуск розплавленого металу й злив рідких шлаків здійснюють окремими льотками через проміжні камери.

Запропонований спосіб дозволяє одержувати залізовуглецевий сплав прямо з рудних окислів і організовувати в розплаві високу перемішуючу потужність, що задається швидкостями потоку плазмового струменя, внаслідок чого всі металургійні реакції наближені до хімічної

рівноваги, хімічний склад металу й шлаку стабілізується й скорочується тривалість плавки.

Сформовані запропонованим способом автономні потоки дрібнозернистої руди й вугілля направляються на плазмовий струмінь. Роздільне введення вихідних реагентів у різні зони розплаву, розташовані уздовж напрямку плазмового потоку, забезпечує усереднення температури ванни розплаву, а хіміко-фізичні процеси взаємодії вихідного матеріалу із плазмовим потоком протікають усередині розплаву, у результаті цього зростає частка прореагувавших вихідних матеріалів і збільшується вихід цільового продукту.

Експериментальним шляхом були визначені оптимальні режими проведення операцій способу й параметри, що характеризують конструктивне виконання пристрою.

Друге поставлене завдання вирішується тим, що в пристрої для прямого одержання залізовуглецевих сплавів, що містить піч, з похилою подиною, вузол подачі шихтових матеріалів, склепіння, опущену в розплав роз'єднувальну стінку, канали для відведення відхідних газів, вузли видалення металу й шлаку, які розміщені в окремих секціях і сполучені каналами з ванною розплаву, джерела нагрівання, розміщені в склепінні й стінках, відповідно до винаходу, джерелами нагрівання шихтових матеріалів служать основні й допоміжні плазмотрони, основні плазмотрони установлені в стінках печі під кутом до передбачуваної лінії розділу шлак-метал, кожний з яких постачений прилеглим до торця сопла анода вузлом введення дрібнозернистого матеріалу, причому плазмотрони, які розміщені в торцевій стінці печі, призначені для транспортування дрібнозернистого залізовмісного матеріалу, а плазмотрони, установлені в бічних стінках, - для подачі твердого дрібнозернистого вуглецевмісного матеріалу, а секція зливу металу включає суміжні з роз'єднувальною стінкою, закриті кришками вертикальні камери, одна з яких по поду з'єднана в нижній частині каналом з ванною розплаву, а у верхній частині - з порожниною іншої камери, секція зливу шлаку включає дві камери, які межують із бічною стінкою печі, порожнини яких сполучені у верхній частині, а нижня частина першої камери з'єднана із шаром шлаку ванни розплаву каналом таким чином, що нижня стінка каналу перебуває в площині, що проходить через центральні осі сопел основних плазмотронів, при цьому склепіння по довжині печі виконано східчастим, на нижньому східці якого розміщені вузол подачі вихідного матеріалу для одержання розплаву, допоміжні плазмотрони, рознесені по ширині східця, і форсунки для подачі кисневмісного газу, а на верхньому східці склепіння в площині роз'єднувальної стінки виконаний канал для відводу відхідних газів у теплообмінник. У секції зливу металу в кришці першої камери встановлено допоміжний плазмотрон, а в секції зливу металу й у секції зливу шлаку у кришках других камер установлено патрубок відхідного газу. У секції зливу шлаку у кришці першої камери встановлено газовий

пальник або плазмотрон, при цьому перші й другі камери обох секцій постачені льотками, причому льотка першої камери в обох секціях - резервна, а основні й допоміжні плазмотрони встановлені у водоохолоджувальних кесонах.

Енергетичний баланс у печі поліпшений у цілому за допомогою підвищеного допалення й підвищеного повернення тепла розплаву.

Для створення можливості зниження тиску газів при зливі металу й шлаку піч постачена подвійними камерами для роздільного випуску металу й шлаку. Це знижує вплив динамічного зусилля на конструктивні елементи печі, а також підвищує безпеку експлуатації пристрою.

Установка дозволяє працювати із шихтою дрібного гранулометричного складу, що у звичайних умовах піддається переробці тільки після попередніх операцій огрудування й/або агломерування.

Кількість вузлів уведення дрібнозернистого матеріалу може змінюватися відповідно до заданих вимог, залежно від розмірів поду й може бути прийнята в припустимих межах, щоб забезпечити подачу необхідного обсягу вихідного матеріалу.

Запропонований пристрій може використовуватись разом з будь-яким реактором для застосування відновлювального потенціалу високотемпературного відхідного газу, наприклад для підігріву, або відновлення руд металевих окислів.

Завдяки такій формі виконання склепіння знижується ступінь винесення газу й пилу з відхідними газами, відсутні нарости на внутрішніх поверхнях початкової ділянки склепіння, і за рахунок цього підвищується стійкість і надійність роботи пристрою й поліпшуються експлуатаційні характеристики і якість одержуваного продукту.

Сутність винаходу пояснюється кресленнями, де

на Фіг.1 показаний пристрій для безперервної плавки, вид зверху, розріз у площині установки основних плазмотронів;

на Фіг.2 - перетин А-А Фіг.1;

на Фіг.3 - перетин Б-Б Фіг.1;

на Фіг.4 - перетин В-В Фіг.1.

Процес прямого одержання залізовуглецевих сплавів починають із розплавлення вихідної залізовмісної сировини за допомогою плазмових струменів, що виходять із плазмотронів, і формування рідкої ванни, що містить шар металу й шар шлаку у печі прямої плавки.

Дрібнозернистий залізовмісний матеріал у середовищі транспортуючого окиснювального, відновлювального або нейтрального газу подають у плавильну зону на плазмові струмені, що виходять із плазмотронів, які встановлені в торцевій стінці печі. Кінетична енергія твердого матеріалу, газу й плазмового струменя сприяє проникненню матеріалу в розплав в область над шаром металу, де він розчиняється в рідкому шлаку. Залізна руда плавиться й відновлюється до металу, і в ході реакції плавки генерується газоподібний монооксид вуглецю. Вуглецевмісний дрібнозернистий матеріал, наприклад кам'яне вугілля, подають на плазмовий струмінь

плазмотронів, установлених у бічних стінках печі, за допомогою окиснювального кисневмісного несучого газу. Введення твердого вуглецевмісного матеріалу в напрямку шару металу, забезпечує високий рівень вуглецю, розчиненого в металі, що змішується із шаром шлаку. Вуглець частково розчиняється в металі, а частково залишається у вигляді твердого вуглецю. Гази, утворені при виділенні летких компонентів при плавленні, а також плазмові струмені, що впливають на розплав, створюють рух уверх з рідкої ванни бризками, крапель і струменів розплавленого металу й шлаку у верхній простір печі. Спливання розплавленого металу, твердого вуглецю й шлаків викликає істотне перемішування розплавленої ванни настільки, що по всій розплавленій ванні спостерігається фактично однорідна температура порядку 1500-1650°C.

Незважаючи на сильне перемішування розплавленого матеріалу, розплавлене залізо поступово осаджується в напрямку до нижньої частини поду, утворює багату металеву зону й безупинно вилучається через канал у роз'єднувальній стінці й заповнює першу камеру. Після її заповнення метал перетікає в другу камеру-копильник, пов'язаний з атмосферою. Температуру металу в першій камері підтримують плазмовим струменем, що витікає із плазмотрона з боку кришки камери. Різниця тисків між ванною розплаву й копильником компенсується за рахунок стовпа металу в першій камері. У міру необхідності метал з копильника зливають через льотку. Шлак видаляють аналогічним чином через бічні камери.

Плазмові струмені, що витікають із плазмотронів, установлених у склепінні печі, разом з подачею кисню або повітря, збагаченого киснем, допалюють реакційні газу CO і H_2 у вільному просторі печі над розплавом і створюють температуру порядку 2000-2500°C. Тепло передається в розплавлений матеріал і частково в багату металом зону.

При застосуванні плазмотронів збільшується ефект подачі енергії в розплав, причому максимальна передача енергії, поділена на мінімальні геометричні розміри печі, дуже висока, у порівнянні з іншими процесами.

Пристрій включає піч 1 з похилою подиною 2, стінки 3, виконані з вогнетривкої цегли, східчасте склепіння 4, канал 5 для відводу відхідних газів, секції зливу металу й шлаку, роз'єднувальну стінку 6 і плазмотрони.

Секція зливу металу включає вертикальну камеру 7 і 8, що межують із роз'єднувальною стінкою 6, закриті кришкою 9. Камера 7 по поду 2 з'єднана в нижній частині каналом 10 з ванною розплаву 11, а у верхній частині-з порожниною камери 8. Камери 7 і 8 у нижній частині постачені льотками відповідно 12 і 13. Льотка 12, установлена в камері 7, є резервною, а злив металу проводять з камери 8 через льотку 13.

Секція зливу шлаків включає дві камери 14 і 15, які межують із бічною стінкою печі. Порожнини обох камер сполучені у верхній частині, а нижня частина камери 14 з'єднана із шаром шлаку ванни розплаву 11 через канал 16. У нижній частині

камери 14 установлена резервна лютка 17, а в камері 15 - лютка 18 для зливу шлаку.

Джерелами нагрівання шихтових матеріалів служать основні й допоміжні плазмотрони. Основні плазмотрони встановлені в стінках 3 печі 1 під кутом до передбачуваної лінії розділу шлак-метал. Кожний основний плазмотрон постачений прилеглим до торця сопла анода 19 вузлом 20 уведення дрібнозернистого матеріалу. Основні плазмотрони 21 розміщені в торцевій стінці печі й призначені для транспортування дрібнозернистого оксидного матеріалу за допомогою газу, а плазмотрони 22, установлені в бічних стінках печі - для подачі дрібнозернистого вугілля кисневмісним газом.

Склепіння 4 по довжині печі виконано східчастим. На нижньому східці 23 склепіння розміщений вузол 24 подачі вихідного матеріалу (окатиші, брикети) для одержання розплаву, допоміжні плазмотрони 25, рознесені по ширині східця, і форсунки 26 для подачі кисневмісного газу, а на верхній східці 27 склепіння 4, у площині роз'єднувальної стінки 6, виконаний канал 5 для відведення відхідних газів. Допоміжний плазмотрон 25 установлений також у кришці 9 вертикальної камери 7, а камера 8 у верхній частині з'єднана з атмосферою через патрубок 28 відхідного газу. У камері 14 секції зливу шлаку у верхній частині встановлений газовий пальник 29, а в камері 15 - патрубок відхідного газу. Нижня частина камери 14 сполучена із шаром шлаку ванни розплаву 11 через канал 16 таким чином, що нижня стінка каналу перебуває в площині, що проходить через центральні осі сопел основних плазмотронів 21 і 22. Основні й допоміжні плазмотрони встановлені у водоохолоджувальних кесонах 30. Канал 5 для відведення відхідних газів пов'язаний з теплообмінником 31.

Пристрій працює в такий спосіб.

Після монтажу всіх елементів конструкції пристрою, сушіння й попереднього нагрівання вогнетривкої футеровки в піч 1 через вузол 24 подачі вихідного матеріалу завантажують окатиші. Окатиші подають зверху переважно шляхом вільного падіння. Створюють ванну розплаву 11, що має шар металу й шар шлаку, за допомогою плазмових струменів, що витікають із плазмотронів 21, 22 і 25. Після одержання розплаву, завантажують за допомогою будь-якого транспортуючого газу, наприклад метану, дрібнозернисту фракцію залізовмісної руди безпосередньо в плавильну зону через вузол 20 уведення дрібнозернистого матеріалу на плазмовий струмінь. Вузол уведення 20 розташований на зрізі сопла основних плазмотронів 21, установлених у торцевих стінках печі 1. Додатково в розплав вводять вуглець, у якості якого може бути використане низькосортне дрібнозернисте буре або кам'яне вугілля. Носії вуглецю вводять у розплав за допомогою кисневмісного газу через плазмотрони 22, установлені в бічних стінках печі, аналогічним способом. Кінетична енергія твердого матеріалу й газу-носія забезпечує перемішування твердого матеріалу й газу. Вугілля випаровується або утрачає летучі компоненти й тим самим утворює

газ. Вуглець частково розчиняється в металі й частково залишається у вигляді твердого вуглецю. Залізна руда плавиться до металу, а в результаті реакції в процесі плавлення утворюється газоподібний монооксид вуглецю. Гази, що надходять у розплавлену ванну, а також, що утворилися за рахунок випари і плавлення, викликають підйом вгору розплавленого матеріалу (метал і шлак) і твердого вуглецю з розплавленої ванни безпосереднього над областями високої концентрації твердих матеріалів, що вдмухуються. Має місце значне переміщення розплавленого матеріалу усередині цієї зони, що сприяє вирівнюванню температури в цій зоні в інтервалі 1650-1700°C. Незважаючи на перемішування розплавленого матеріалу, розплавлене залізо поступово осаджується в напрямку до нижньої частини поду й безупинно видаляється.

Основні плазмотрони 21 і 22 з вузлами уведення дрібнозернистих матеріалів установлені таким чином, що частково сопла з вузлами уведення вихідного матеріалу перебувають у розплаві над поверхнею розплавленого металу. Інжектування кисневмісного газу в простір над поверхнею ванни розплаву здійснюється з метою допалювання реакційних газів, що виділяються з ванни розплаву в зоні, над якою піднімаються й опускаються краплі й бризки розплаву. У цій зоні склепіння 4 печі 1 виконано паралельно «спокійній поверхні» ванни розплаву 11, у якому встановлені допоміжні плазмотрони 25 і форсунки 26 для подачі кисню або повітря, збагаченого киснем. У районі опалювання вихідні із плазмотронів плазмові струмені захоплюють краплі або міняють їхні траєкторії. Краплі можуть руйнуватися на менші частки, збільшуючи при цьому поверхневу площу, що сприяє збільшенню переносу тепла й маси й забезпечує високий теплообмін між газовим простором печі й розплавом. У міру нагрядження рідкого металу, він через канал 10 у роз'єднувальній стінці 6 надходить у першу камеру 7, і за рахунок надлишкового тиску в плавильній зоні, створеного в процесі роботи плазмотронів, рівень металу в камері збільшується. Заповнивши першу камеру 7, метал перетікає в другу камеру 8. Камера 8 служить копильником і сполучена з атмосферою. Різниця тисків між ванною розплаву й камерою 8 компенсується за рахунок стовпа металу в камері 7. Допоміжний плазмотрон 25, установлений у кришці першої камери 7, підтримує температуру розплавленого металу. Метал з камери 8 періодично зливають через лютку 13, а з першої камери 7 метал зливають при порушенні роботи установки й необхідності ремонту або інших обставин, через лютку 12. Шлак зливають через камери 14 і 15, які граничать із бічною стінкою печі аналогічним способом.

Дозавантаження вихідного матеріалу проводять зі збільшенням кількості до припустимих значень, що відповідають максимально можливій продуктивності.

Запропонований спосіб прямого одержання залізовуглецевих сплавів реалізований в умовах діючої плазмової плавильної печі.

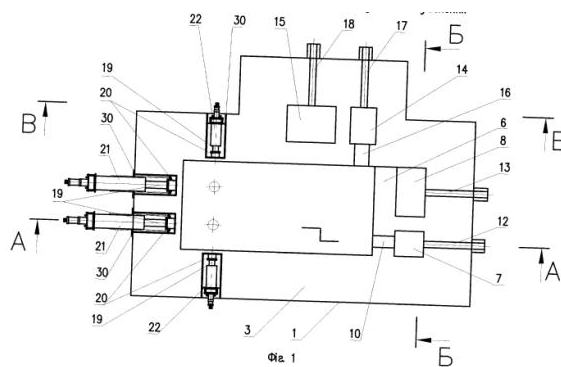
Піч має розміри в плані 2,9х5,3м, висота 3м, площа похилого поду становить 4,2м². Піч обмежена зверху східчастим склепінням. Висота нижнього східця від фундаменту печі становить 2,2м. З боку роз'єднувальної стінки розміщені камери для зливу металу, а з бічної сторони печі - камери для видалення шлаків. У камері для зливу металу, що межує із роз'єднувальною стінкою, встановлено плазмотрон потужністю 0,3МВт, а в камері для зливу шлаків - газовий пальник. На нижньому східці склепіння розташовано два плазмотрони потужністю 0,5МВт і форсунки для подачі кисню або повітря, збагаченого киснем, для допалювання реакційних газів у порожнині печі, а також завантажувальний пристрій для первинного завантаження печі окатишами й антрацитом. У бічній стінці печі розміщено два плазмотрони потужністю 2МВт кожний, постачені насадками для подачі залізорудного концентрату. У бічних стінках печі, опозитно один одному, встановлені плазмотрони потужністю 0,5МВт кожний з насадками для транспортування вугілля (антрациту). Насадок кожного плазмотрона має чотири трубопроводи для підведення матеріалу.

Після розігріву печі, через завантажувальний пристрій у склепінні було завантажено 10т окатишів і 5т антрациту. Працюють плазмотрони, які розміщені в бічних стінках і в склепінні печі. Під тепловим впливом плазмових струменів окатиші плавляться, при цьому висота шару зменшується. Проведено додаткове завантаження 8т окатишів і 4т антрациту. Протягом 100хв роботи плазмотронів рівень розплаву склав 0,73м, при цьому наповнюються перші камери металу й шлаку. Починаємо подачу залізорудного концентрату й антрациту в насадки плазмотронів. Витрата залізорудного концентрату склала 11т/г. На кожну трубку насадки торцевих плазмотронів (2МВт) подається 1,4т/г концентрату. Транспортується концентрат природним газом, витрата якого склала 660м³/г. Витрата антрациту - 5,4т/г. На кожну трубку підведення матеріалу в насадку опозитно встановлених плазмотронів (0,5МВт) подається 1,3 т/г антрациту, що транспортується повітрям, збагаченим киснем.

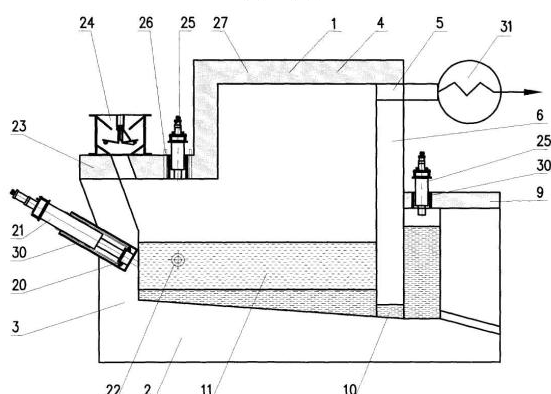
Параметри роботи пристроїв наведені в таблиці.

Назва характеристики	
Продуктивність (по сталі)	
Питома витрата вихідного концентрату на тонну сталі	
Питома витрата природного газу на тонну сталі	
Питома витрата антрациту на тонну сталі	
Питома витрата електроенергії на тонну сталі	
Питома витрата вапна на тонну сталі	
Питома витрата повітря на тонну сталі	
Питома витрата кисню на тонну сталі	

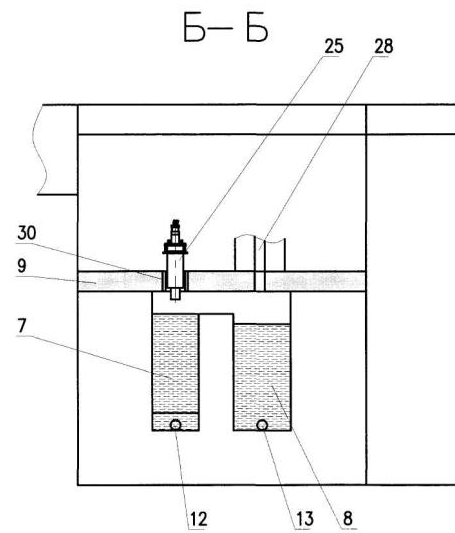
крім того, пристрій дозволяє одержувати сталь прямо з рудних окислів дрібного гранулометричного складу.



А-А



Б-Б

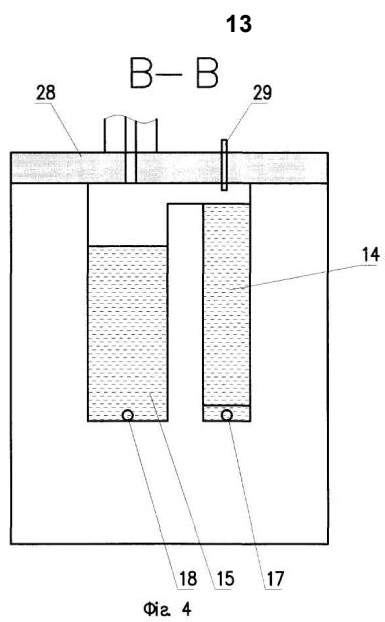


Таблиця

Таблиця

Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця
Таблиця	Таблиця

Запропонований винахід дає можливість здійснювати безперервний цикл виробництва сталі, при цьому всі металургійні реакції відбуваються під шаром шлаку, що знижує викиди в атмосферу, поліпшуючи тим самим екологію,



81890

14