



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75536 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
C21C 5/00  
F27B 3/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ОБРОБКИ ЗАЛІЗОВІСНОГО МАТЕРІАЛУ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 20041008322

(22) 13.10.2004

(24) 17.04.2006

(46) 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.

(72) Патон Борис Євгенович, Медовар Лев Борисович, Цикуленко Анатолій Костянтинович, Федоровський Борис Борисович, Сасенко Володимир Якович, Петренко Володимир Леонідович, Шевченко Віталій Юхимович, Троянський Олександр Анатолієвич

(73) НАУКОВО-ІНЖЕНЕРНИЙ ЦЕНТР ЕЛЕКТРОШЛАКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНСТИТУТУ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ІМ. Є. О. ПАТОНА НАН УКРАЇНИ

(56) SU 422283 A1, 30.10.1986

SU 587737 A1, 23.11.1991

SU 402301 A1, 30.10.1986

UA 55470 C2, 17.09.2003

WO 9749837 A, 31.12.1997

US 4612649 A, 16.09.1986

(57) 1. Спосіб металургійної обробки залізовмісного матеріалу, зокрема для одержання сталі у вигляді зливків і/чи виливків, що включає завантаження в основну ємність печі залізовмісних матеріалів з високим вмістом вуглецю, їхній нагрів і розплавлення шляхом одержання неелектричної енергії за рахунок продувки кисневмісним газом, обробку металу шлаком, подачу на шлак додаткових порцій свіжого шлаку і розкислювачів, а також проміжне скачування надлишкового шлаку з основної ємності, відвід відхідних газів, наступний злив рідкого металу з основної ємності в виливницю чи фасонну форму для одержання виливків і/або злив рідкого металу в додаткову ємність, що містить рідкий рафінувальний шлак і кристалізатор, подачу на рафінувальний шлак розкислювачів і легуючих компонентів, злив рідкого металу з додаткової ємності в виливницю чи фасонну форму для одержання виливків і/або витягування зливка з кристалізатора, який відрізняється тим, що завантаження високовуглецевих залізовмісних матеріалів, продувку розплаву кисневмісним газом, злив одержуваного продукту з основної ємності виконують одночасно, причому завантаження залізовмісних матеріалів у основну ємність печі здійснюють на рідкий шлак.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що шлак в основній і додатковій ємностях підтримують у розплавленому стані за рахунок електричного нагрівання.

3. Спосіб за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що як залізовмісний матеріал із високим вмістом вуглецю використовують рідкий чавун.

4. Спосіб за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що як кисневмісний газ використовують кисень.

5. Пристрій для здійснення способу металургійної обробки залізовмісного матеріалу, який містить щонайменше дві підключені до окремих джерел електричної енергії металургійні ємності, який відрізняється тим, що як вищевказані ємності використовують електрошлакові печі, кожна з яких складається принаймні із трьох окремих секцій, дві з яких є струмопідвідними й обладнані системами газовідсмоктування й дозованої подачі шихтових матеріалів, а також системою регулювання положення піддона і системою спостереження за рівнем рідкої металеві ванни, причому одна з ємностей, що є основною, розташована безпосередньо над іншою додатковою ємністю і має додаткову секцію, футеровану вогнетривким матеріалом і обладнану каналами для подачі кисневмісного газу усередину секції, при цьому основна ємність обладнана засобами зливу рідкого металу в виливницю чи фасонну форму для одержання виливка і/або в додаткову ємність для подальшої обробки рідкого металу, а додаткова ємність також обладнана засобами зливу рідкого металу в виливницю чи фасонну форму для одержання виливка і містить, крім того, кристалізатор для одержання зливка.

6. Пристрій за п. 5, який відрізняється тим, що система регулювання положення піддона основної ємності виконана з центральним осьовим отвором для зливу рідкого металу через трубчастий елемент, футерований вогнетривким матеріалом.

7. Пристрій за п. 5, який відрізняється тим, що основна ємність виконана зі зливальним отвором у бічній стінці водоохолоджуваної секції на рівні дзеркала шлакової ванни.

(19) UA (11) 75536 (13) C2

Винахід відноситься до способу металургійної обробки матеріалів, що містять залізо, зокрема, для одержання сталевих продуктів, а також до пристрою для його здійснення, зокрема, до установки для одержання сталевих продуктів, і може використовуватися для виробництва вуглецевих та легованих сталевих виливків і зливків безпосередньо з чавуну.

Ринок пред'являє власникам металургійних заводів високі вимоги до якості, а також до ступеня безперервності процесу і рівню цін при виробництві сталевих продуктів. У зв'язку з цим усе більше виробників розробляють і застосовують комбіновані способи металургійної обробки заліза, включаючи виробництво сталі з чавуну, розкислення сталі, її доведення, легування, рафінування та розлив у зливки чи виливки.

Уже порівняно давно відомі комбіновані способи виробництва сталі, коли в сталеплавильних печах одержують рідкий напівпродукт, що заливають в агрегат позапічної обробки сталі, де роблять доведення, рафінування й легування сталі [див., напр. Современное состояние внепечной обработки стали / Б. И. Медовар, Б. И. Шукстунский, В. М. Литвинчук // Электрошлаковый переплав. - 1984, вып. 8 -Материалы VII Международной конференции по вакуумной металлургии, специальным видам плавки и металлическим покрытиям - г Токио, Япония, 26-30 ноября 1982 г.]. Поряд із поліпшенням металургійної якості одержуваної сталі, істотно зменшилися і витрати на її виробництво. Однак питання кристалізації одержуваної рідкої сталі залишалися поза увагою цих способів. З появою процесів безупинного розливу рідкої сталі у водоохолоджуваних кристалізаторах [Бойченко М. С., Руте В. С., Фульмахт В. В. Непрерывная разливка стали. М.: Металлургиздат, 1980, 240 с.], ступінь безперервності виробництва сталевих продуктів з рідкої сталі ще більше підвищився. При цьому якість продукту покращалася, а його собівартість знизилася. Процеси плавлення, рафінування, легування й спрямованої кристалізації сталі в зливку можуть бути сполучені при електрошлаковій плавці та розливу сталі [Электрошлаковая технология в машиностроении, К., Техніка, 1984 215 с]. У цьому випадку якість зливки, одержуваної з твердого напівпродукту, підвищується ще більше при трохи більш високій чого собівартості, оскільки для розплавлення твердого напівпродукту, підвищується один із найбільш дорогих видів енергії – електроенергія. Повторного розплавлення напівпродукту можна уникнути при використанні рідкого металу при електрошлаковому процесі [Патент України №25600, МПК 7 В22Д 19/16, Публ 15.04.2002].

Останнім часом усе більше поширення одержують комбіновані способи виробництва сталі з чавуну. Так, ріст вмісту домішок кольорових металів у сталевому брухті та необхідність одержання «чистої» сталі змушують

електросталеплавильників використовувати як шихту первородні матеріали, зокрема чавун. При цьому економічну ефективність процесів перетворення чавуну на сталь забезпечують застосуванням додаткової неелектричної енергії за рахунок продувки високовуглецевого металу газом, що містить кисень, для окислювання вуглецю. Електродуговий чи плазмовий нагрів застосовують лише на завершальній стадії розплавлення і рафінування металу. Така комбінація киснево-конвертерного процесу з електросталеплавильним дозволяє використовувати в завалці поряд із рідким чавуну також значну кількість твердої фракції. Конструктивно зазначена комбінація може бути здійснена як на базі конвертера, так і наказі електродугової печі [Патент RU 2034040. СІ від 30.04.1995, МПК 7 С21С 5/52].

З появою комбінованих процесів одержання сталі з чавуну з'явилася потенційна можливість зробити весь цикл виробництва сталевих продуктів безпосередньо з чавуну. При цьому бажано, щоб весь цикл виробництва здійснювався в одному технологічному агрегаті. Оптимальні умови для здійснення зазначеного циклу можуть бути отримані при безперервності виробництва напівпродукту на кожній з технологічних стадій цього циклу і насамперед на стадії одержання рідкої сталі з чавуну. Тому необхідно мати такий спосіб одержання сталі з чавуну, що забезпечував би безперервність цього процесу.

Найбільш близьким по сукупності ознак є узятий за прототип спосіб металургійної обробки залізвмісного матеріалу, описаний у [патенті Росії № 2152437 С1, Публ 10.07.2000, МПК 7 С21С 5/52, 5/28, F27В 3/08], що включає завантаження в ємність печі матеріалів, що містять залізо з високим вмістом вуглецю, їхній нагрів і розплавлений шляхом одержання неелектричної енергії за рахунок продувки газом, що містить кисень, обробку металу шлаком, подачу на шлак додаткових порцій свіжого шлаку і розкислювачів, а також проміжне скачування надлишкового шлаку з ємності, відвід газів, що відходять, наступний злив рідкого металу в додаткову ємність, що містить рідкий рафінуючий шлак і кристалізатор; подачу на рафінуючий шлак розкислювачів і легуючих компонентів; витяг зливки з кристалізатора.

Відповідно до цього патенту, оптимальні умови для виробництва сталі з чавуну створюються в агрегаті, що складається з двох ємностей і є комбінацією дугової печі та конвертера. Сутність способу полягає в тому, що на дні однієї з ємностей залишають частину рідкої сталі від попередньої плавки і завантажують на неї шихту, що включає в різному сполученні рідкий і твердий чавун, брухт, металізовані окатніші і горячебрикетоване залізо і здійснюють продувку газом, що містить кисень. При цьому тверді фракції шихти вводять одночасно з вапном під час продувки. По закінченні продувки роблять скачування шлаку і вводять теплову

енергію, створювану електричною дугою У цей час у другій ємності починають роботу в режимі конвертера. Навперемінна робота ємностей то в режимі конвертера, то в режимі електродугової печі забезпечує як завгодно тривалий процес виробництва сталі з чавуну. Однак цей процес складається з порціонних випусків рідкої сталі, що не завжди припустимо з погляду технологічності процесу виробництва сталевих продуктів. Зокрема, безупинний, без стрибків витяг зливка з кристалізатора вимагає такого ж ступеня безперервності на всіх етапах виробництва сталевих продуктів. Найбільше повно ця умова виконується при електрошлаковому розливі сталі, де в одній установці можуть бути сполучені процеси розкислення, доведення та легування сталі з безупинною витяжкою зливка, що кристалізується, із кристалізатора. У цьому випадку і подача сталі в електрошлакову установку також повинна здійснюватися по можливості безперервно. Ця умова виконується подачею рідкого чи сипучого матеріалу, що, у свою чергу, вимагає застосування струмопідвідного кристалізатора.

Відомі конструкції струмопідвідних кристалізаторів, одна з яких описана в [патенті США №4185682 від 29.01.1980, МПК В22Д 27/02]. Цей струмопідвідний кристалізатор складається щонайменше з двох, розташованих по висоті, ізольованих друг від друга водоохолоджуваних секцій з електропровідного матеріалу, одна з яких є струмопідвідною і складається з внутрішньої гільзи і зовнішнього кожуха. До зазначеної струмопідвідної секції підводиться струм від джерела живлення і ця секція відіграє ролі, невитратного електрода. [внутрішня гільза виконана з міді і містить неохолоджуване змінне кільце з тугоплавкого електропровідного матеріалу - графіту, чи вольфраму або молібдену.. що служить для запобігання електроерозії внутрішньої гільзи при її контакті з металом, то наплавляється чи переплавляється. Формування зливка або наплавленого шару на циліндричну поверхню відбувається у формуючій секції, що відділена від струмопідвідної секції проміжною секцією.

Зазначена конструкція кристалізатора не дозволяє використовувати його як ємність для одержання сталі з чавуна шляхом продувки розплаву киснем. Для цієї мети може бути більш придатним кристалізатор ЕШП, що має отвори, виконані в його корпусі, через які продувають газ у металеву ванну. Одна з таких конструкцій описана в [а.с. СРСР № 320178 від 12.08.71 р, МПК 132 1С 5/56, Публ. БИ № 45, 1977]. Запропонований кристалізатор стаціонарного типу, передбачений для продувки металеві ванни інертним газом з метою її обертання. Зазначена конструкція не цілком придатна для цілей зневуглицювання металу киснем через необхідність підтримки порівняно високого тиску газу, необхідного для подолання шлакового гарнісажу, що неминуче утвориться на водоохолоджуваній стінці кристалізатора. З іншого боку, високий тиск газу може приводити до невиправдано великих витрат кисню і надмірному окислюванню металу.

Усі вищевказані конструкції кристалізаторів не придатні для здійснення одночасного процесу пе-

ретворення чавуну в сталь і розкислення, доведення, легування та формування зливка, що кристалізується.

Найбільше близько по сукупності головних ознак і тому узятю за прототип пристрій для металургійної обробки залізовмісного матеріалу описаний у [російському патенті КУ 2 1 5243 7 С 1, Публ. 10.07.2000, МПК 7С.21С 5/52, 5/28, F27В 3/08], що містить щонайменше дві, підключені до окремих джерел електричної енергії металургійні ємності Відповідно до цього патенту, агрегат, що складається з двох ємностей, є комбінацією дугової печі й конвертера. Кожна з ємностей працює спочатку в режимі конвертера, а потім у режимі дугової печі. Пристрій має. один трифазний трансформатор, один комплект електродів і одну кисневу фурму на два корпуси. Кожний з корпусів обладнаний одним маніпулятором і системами вдування вугілля й кисню та донного перемішування ванни. Пристрій забезпечує якість сталі на рівні конвертерної і не пристосовано для формування зливка, що кристалізується.

Задачею винаходу є створення способу металургійної обробки матеріалу, що містить залізо, і пристрою, що підходить для його здійснення, за допомогою якого можна здійснювати безупинний процес виробництва металопродукції, зокрема сталевих зливок і виливків, безпосередньо і високовуглецевих залізовмісних матеріалів з економією енергії, в умовах захисту навколишньої середовища і мінімальних витрат.

Поставлена задача вирішена тим, що запропоновано спосіб металургійної обробки залізовмісних матеріалів, зокрема для одержання сталі у вигляді зливок і/чи виливків, що включає завантаження в ємність печі залізовмісних матеріалів з високим вмістом вуглецю, їхній нагрів і розплавлення шляхом одержання неелектричної енергії за рахунок продувки газом; що містить кисень, обробку металу шлаком, подачу на шлак додаткових порцій свіжого шлаку і розкислювачів, а також проміжне скачування надлишкового шлаку з ємності; відвід газів, що відходять; наступний злив рідкого металу в додаткову ємність, що містить рідкий рафінуючий шлак і кристалізатор; подачу на рафінуючий шлак розкислювачів і легуючих компонентів; витягування зливка з кристалізатора, у якому, відповідно до винаходу, завантаження високовуглецевих залізовмісних матеріалів, продувку розплаву газом, що містить кисень, злив одержуваного продукту з ємності роблять у електрошлаковій багатосекційній печі одночасно, причому завантаження залізовмісних матеріалів у ємність печі здійснюють на рідкий шлак.

Це дає можливість здійснити безупинний цикл виробництва металопродукції від первинних шихтових продуктів до кінцевого продукту у вигляді сталевих зливок чи виливків. При цьому всі металургійні реакції протікають під товстим шаром шлаку, що знижує викид диму, поліпшуючи тим самим екологічні умови.

Розрахунки показують, що часу існування рідкої металеві ванни при електрошлаковому процесі цілком достатньо, щоб шляхом продувки

рідкого розплаву газом, що містить кисень, перетворити високовуглецевий залізовмісний матеріал, наприклад, чавун, у сталь.

Доцільно шлак в основній і додатковій ємностях підтримувати в розплавленому стані за рахунок електричного нагрівання, оскільки тепла, що виділяється за рахунок-окислення вуглецю чавуна, не досить, щоб підтримувати досить високу температуру шлакового розплаву, особливо з урахуванням введення твердої фракції у виді гранульованого високовуглецевого матеріалу (чавун, металізовані окатиші, гарячебрикетоване залізо), а також додаткових порцій свіжого шлаку та розкислювачів і легуючих елементів.

Переважно в якості високовуглецевого залізовмісного матеріалу використовувати чавун.

Переважно також при продувці розплаву окислювальним газом використовувати кисень. При цьому кисень може бути як у газоподібному, так і в рідкому стані.

У разі потреби одержувати виливки, а не зливки, доцільно зливати рідкий метал із додаткової ємності, що не має формуючої секції (кристалізатора), безпосередньо у виливницю чи фасону форму.

Для виливків не відповідального призначення доцільно робити злив рідкого металу з основної ємності безпосередньо у виливницю чи фасону форму, минаючи процеси рафінування, завершального розкислення й легування сталі.

В основу пропонованого винаходу поставлена також задача удосконалити пристрій для металургійної обробки залізовмісного матеріалу шляхом зміни його конструкції, то дозволяло б здійснювати безупинний процес виробництва металопродукції.

Поставлена задача вирішена тим, що запропоновано пристрій для металургійної обробки залізовмісного матеріалу, що містить, щонайменше, дві, підключені до окремих джерел електричної енергії металургійні ємності, у якому, відповідно до винаходу, у якості вищевказаних ємностей використовують електрошлакові печі, кожна з яких складається, принаймні, із трьох окремих секцій, дві з яких є струмопідвідними й обладнані системами газовідсмоктування й дозованої подачі шихтових матеріалів, а також системою регулювання положення піддона і системою спостереження за рівнем рідкої металеві ванни, причому одна з печей, що є основною, розташована безпосередньо над іншою, додатковою піччю і має додаткову секцію, футеровану вогнетривким матеріалом і постачену каналами для подачі газу, що містить кисень, усередину секції.

Саме таке рішення дозволяє здійснювати весь безупинний цикл виробництва сталевих продуктів, починаючи від завантаження високовуглецевого залізовмісного матеріалу, в одному пристрої.

Доцільно, щоб система регулювання положення піддона основної ємності була виконана з цегляним осьовим отвором для зливу рідкого металу через трубчастий елемент, футерований вогнетривким матеріалом.

Це дає можливість здійснювати злив рідкого металу з додаткової секції основної ємності в міру накопичення рідкого металу в зазначеній ємності.

При цьому діаметр зливної отвору задає необхідну продуктивність процесу.

Переважно, щоб основна ємність була виконана зі зливальним отвором у бічній спиці водоохолоджуваної секції на рівні дзеркала шлакової ванни. Це дає можливість забезпечити сталість рівня шлакової ванни незалежно від кількості добавок свіжого флюсу та розкислювачів, подаваних на шлакову ванну.

Короткий опис фігур креслень

Технічна сутність і принцип дії винаходу пояснюються на прикладах виконання і посиланнями на додані креслення.

На фіг. 1 схематично показаний пристрій для виробництва сталевих зливків із високовуглецевих залізовмісних матеріалів у робочому положенні.

На фіг. 2 схематично показана основна ємність пристрою в стартовий момент

На фіг. 3 схематично показана додаткова ємність пристрою при виробництві виливків.

Заявлений спосіб металургійної обробки залізовмісного матеріалу полягає в наступному: У стартовий період у двох окремих водоохолоджуваних струмопідвідних секціях, шляхом заливання рідкого електропровідного шлаку, що виготовлюється в окремому флюсоплавильному агрегаті, одночасно наводять шлакові ванни і підтримують їх у розплавленому стані шляхом пропускання через них електричного струму. Потім на розплавлений шар шлаку однієї із секцій подають із ковша рідкий чавун, струмінь якого в шарі розплавленого шлаку диспергується та рафінується. Відрафінований у такий спосіб рідкий чавун попадає в нижню неохолоджувану секцію на піддон із заглушеною льоткою, що поступово опускають вниз, збільшуючи об'єм ванни рідкого чавуну, що накопичується. Швидкість опускання піддона контролюють датчиком рівня рідкої металеві ванни, підтримуючи її постійний рівень. Опускання піддона роблять до нижнього зрізу неохолоджуваної секції.

Одночасно з початком опускання піддона в неохолоджувану секцію починають подавати кисневмісний газ, що, взаємодіючи з рідким чавуном, окислює вуглець, що міститься в чавуні, перетворюючи його в такий спосіб у сталь. Газоподібні продукти реакції окислення вуглецю та продукти реакції часткового окислення заліза попадають у шлакову ванну. Для розкислення шлакової ванни в неї одночасно з початком продувки за допомогою дозаторів подають розкислювачі. Продукти розкислення шлакової ванни можуть змінювати її склад і властивості. Тому одночасно з розкислювачами в шлакову ванну протягом усього процесу металургійної обробки подають свіжі порції флюсу і зливають, надлишок шлаку, здійснюючи в такті спосіб постійне відновлення шлакової ванни. Після досягнення піддоном нижнього зрізу неохолоджуваної секції закінчується і через період металургійної обробки залізовмісного матеріалу, льотка пробивається і через і зливний отвір в піддоні рідка сталь зливається в другу струмопідвідну секцію з наведеною в ній шлаковою ванною. Для зливків і виливків невідповідального призначення рідка

сталь може зливатися безпосередньо у виливниці чи фасонні форми.

Струмінь рідкої сталі, що надходить у другу ступопідвідну секцію з наведеною в ній шлаковою ванною диспергується і рафінується шлаком. Відрафінована в такий спосіб рідка сталь попадає в нижню водоохолоджувану секцію (кристалізатор) на суцільний піддон, що поступово опускають униз, витягаючи зливочок, що за кристалізувався. При цьому у верхній частині цього зливка утворюється металева ванна, обсяг якої залежить від режиму плавки. Швидкість опускання піддона контролюють датчиком рівня рідкої металевої ванни, підтримуючи її постійний рівень. Одночасно з опусканням піддона на шлак подають розкислювачі для остаточного розкислення сталі і легуючі компоненти для її легування. Опускання піддона роблять доти, поки довжина зливка не досягне заданої величини, після чого процес металургійної обробки закінчують.

У разі потреби безупинного виробництва високоякісних виливків з легованої сталі струмінь рідкої сталі подається безпосередньо у (юрми, минаючи кристалізатор.

Конкретний приклад пристрою, пропонованого для здійснення заявленого способу металургійної обробки залізовмісного матеріалу, являє собою (фіг. 1) дві ємності: основну 1 і додаткову 11, що представляють, відповідно, чотири- і три-секційні електрошлакові печі, підключені до окремих джерел живлення 1,2 і розташовані одна над одною. Основна ємність 1 має дві струмопідвідні секції 3,4, розділені через ізоляційні прокладки 5 проміжною секцією 6. Усі ці секції виготовлені мідними водоохолоджуваними, причому струмопідвідні секції 3 і 4 захищені від електроерозії захисними кожухами 7, виконаними з графіту. Струмопідвідна секція 3 обладнана зливальним рукавом 8 для зливу надлишку шлакової ванни 9, що розташована між струмопідводячими секціями 3,4. Четверта секція основної ємності 10 виконана з вогнетривкого матеріалу та обладнана каналами 11 для продувки металевої ванни 12 газом, що містить кисень. Об'єм металевої ванни 12 регулюється положенням водоохолоджуваного і футерованого піддона; 13, який за допомогою системи регулювання положення піддона 14 може переміщатися усередині секції 10. При стартовому положенні піддон 13 займає положення на 5-10 мм нижче датчика рівня 15 (фіг. 2). При цьому зливальний отвір закритті пробкою 16. Після шлакової напни 9 і початку подачі рідкого металу п секцію 3 по досягненою дзеркала металевої панни рівня датчика 15- піддон 13 за допомогою системи регулювання положення піддона 14 може установлюватися внизу секції 10, після чого пробка 16 вибивається, відкриваючи можливість для зливу металевої ванни 12.

За допомогою дозуючого пристрою 17 на шлакову ванну 9 подаються свіжі порції флюсу, розкислювачі і тверді шихтові матеріали. Рідким високоуглецевий залізовмісний матеріал 18 за допомогою зливального пристрою 19 безупинно подається на шлакову ванну 9. Контроль рівня металевої ванни 12 здійснюється за допомогою датчика 20 (фіг 2).

Додаткова ємність 11 має три мідних водоохолоджуваних секцій: футеровану графітом струмопідвідну секцію 21, проміжну секцію 22 і формуючу секцію 23, встановлені одна на одну через ізолюючі прокладки. Другий полюс від джерела живлення 2 підключений до системи регулювання 24 положення піддона 25 і через зливочок 26, що витягується, і металеву ванну 27, положення рівня якої контролюється датчиком (на фіг. не показаний), електричний потенціал підводиться до шлакової ванни 28. Дозуючий пристрій 29 призначений для введення розкислювачів і легуючих елементів у металеву ванну 27. Системи газовідсмоктування 29 обох ємностей призначені для збору та відводу диму й газів, що виділяються.

В іншому варіанті пристрою (фіг. 3) замість формуючої секції 23 ємності 11 передбачено дві секції, одна з яких є водоохолоджуваною струмопідвідною секцією 30 (у ній розміщений датчик рівня 31 металевої ванни), а інша - неохолоджуваною секцією 32, що виготовлена з вогнетривкого матеріалу і постачена піддоном і системою регулювання його положення, принципова конструкція яких аналогічна таким для ємності 1. Запірний пристрій (на фіг. не показаний), за допомогою якого здійснюють розливання рідкої сталі по формах 33, може бути шибєрним чи мати будь-яку іншу відому конструкцію.

Приклад реалізації винаходу.

У реальному випадку здійснення заявленого способу металургійної обробки залізовмісного матеріалу в заявленому пристрої конкретні дані такі:

Пристрій (фіг. 1) складається з двох металургійних ємностей, що представляють, собою електрошлакові печі, підключені до джерел перемінного струму потужністю по 750 кВА. Основна ємність 1 являє собою чотирисекційну електрошлакову піч. Струмопідвідні секції 3,4 діаметром 350 мм ватержакетного типу мають сталевий кожух і внутрішню мідну стінку, ніс захищається від електроерозії графітовою втулкою товщиною 10 мм. Висота секції 3 - 250 мм. Ця секція обладнана металевим рукавом для зливу надлишку шлаку, що має діаметр зливального отвору 15 мм. Зливальний отвір у цій секції розташований на відстані 20 мм від верхньої крайки. Секція 4 має висоту 70 мм. У середній частині цієї секції розташований індукційний датчик рівня металевої ванни. Для запобігання електропробою між зазначеними секціями через ізолюючі прокладки 5 з азбестокартону товщиною 1,2 мм розташована проміжна секція 6 також ватержакетного типу з внутрішнім діаметром 350 мм і висотою 20 мм. Охолодження секцій 3,4,6 роблять проточною водою. До секції 4 знизу примикає неохолоджувана секція 10 з магnezиту, у якій мається три ряди розташованих по висоті секції отворів діаметром 1 мм для вдування в цю секцію кисню. Секція 10 призначена для накопичення рідкої металевої ванни й обробки її киснем і має діаметр 350 мм і висоту 400 мм. Усередині секції 10 розташований футерований піношамотом водоохолоджуваний сталевий піддон, що за допомогою системи 14 може переміщатися на відстань 400 мм. Піддон має центральний отвір діаметром 6 мм для зливу

розплавленого металу в додаткову ємність 11. Злив металу відбувається через водоохолоджуванний і футерований магnezитом трубчастий елемент системи переміщення піддона 14 із внутрішнім діаметром 6 мм.

Додаткова секція 11 являє собою трисекційну електрошлакову піч із секціями ватержакетного типу, що мають сталевий кожух і внутрішню мідну стінку і охолоджуються водою. Струмopідвідна секція 21 діаметром 350 мм і висотою 250 мм захищається від електроерозії графітовою втулкою товщиною 10 мм. Формуюча секція 23 із внутрішнім діаметром 150 мм і висотою 350 мм через конічну проміжну секцію 22 висотою 70 мм і ізолюючі прокладки з азбестокартону товщиною 1,2 мм з'єднана з струмопідводячою секцією 21. У верхній частині цієї секції на відстані 30 мм від верхньої крайки розташований індукційний датчик рівня металевої ванни. Масивний суцільнометалевий сталевий піддон 25 закріплений у системі витягування зливка 24, до якої підведений струмопідвід від джерела живлення.

Обидві ємності обладнані дозаторами 17 і 29 барабанного типу для подачі в ємності відповідно флюсу та розкислювачів, а також розкислювачів та легуючих елементів.

У даному пристрої робили металургійну обробку чавуну зі вмістом вуглецю 3,5%. У стартовий період уключали джерела живлення 1 і 2, у секції 3 ємності і при верхньому крайньому положенні піддона з закритим вогнетривкою глиною зливальним отвором наводили шлакову ванну шляхом заливання розплавленого в окремому агрегаті шлаку системи  $\text{CaF}_2\text{-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , після чого на шлакову ванну подавали рідкий чавун із ковша з донним зливальним отвором діаметром 6 мм. Одночасно через секцію 10 у металеву ванну 12, що

утворюється, починали подавати газоподібний кисень. У результаті окислювання вуглецю чавуну киснем у секції 10 утворювалася рідка сталь зі змістом вуглецю 0,5%.

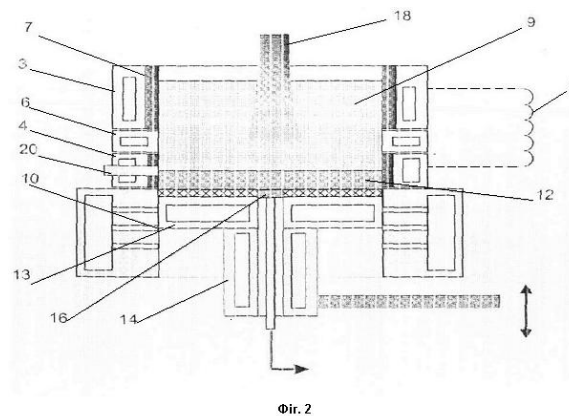
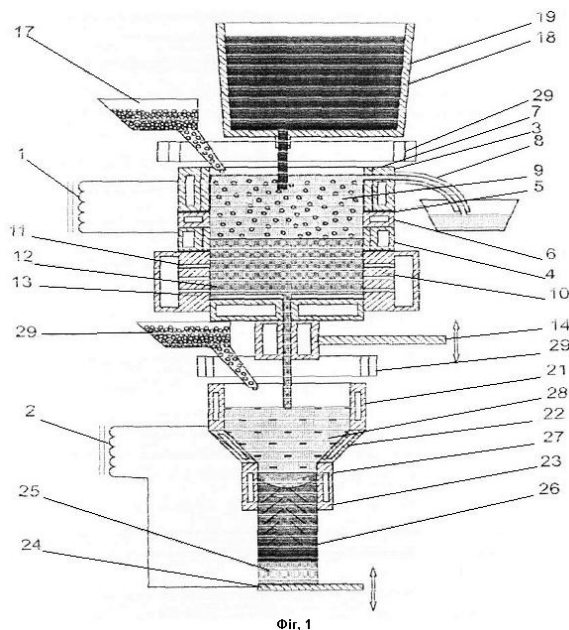
За сигналом датчика рівня металевої ванни починали рух піддона вниз, підтримуючи за показниками датчика 20 постійний рівень металевої ванни. При досягненні піддоном крайнього нижнього положення в ньому пробивали льотку 16 і рідка сталь починала надходити в ємність 11.

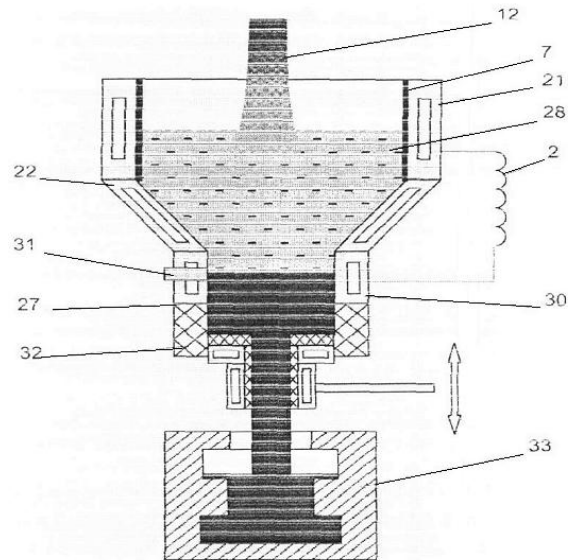
Одночасно з наведенням шлакової ванни 9 у секції 3 аналогічним чином наводили шлакову ванну 28 у секції 21 при крайньому верхньому положенні піддона 25. Після надходження рідкої сталі в секцію 21 і утворення металевої ванни 27, починали рух піддона 25 униз, підтримуючи постійним рівень дзеркала металевої ванни 27 за показниками датчика 31 і витягаючи закристалізований в секції 23 зливок 26 діаметром 150 мм.

Протягом усього процесу металургійної обробки металу в обох ємностей вводили відповідні тверді матеріали: у ємність 1 - свіжі добавки аналогічного флюсу та розкислювачі у вигляді металевого алюмінію й силікокальцію; у ємність 11 розкислювачі у вигляді силікокальцію та легуючі елементи у вигляді феросиліцію та феромарганцю. Продуктивність процесу металургійної обробки складала 1636 кг у годину. При цьому споживана потужність джерел живлення складала: для трансформатора 1-175 кВА, а для трансформатора 2 - 250 кВА.

Промислова застосовність

Винахід може бути використаний в металургії, причому найбільший ефект може бути отриманий при виробництві металопродукції в умовах надлишку рідкого чавуну.





Фіг. 3