



УКРАЇНА

(19) UA (11) 83331 (13) C2
(51) МПК (2006)

C22B 9/18 (2007.01)
C22B 9/187 (2007.01)
C22B 9/193 (2007.01)
C22B 34/12 (2007.01)
C22B 34/10 (2007.01)
C22B 4/00
C22C 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ФЕРОТИТАНУ ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ПЛАВЛЕННЯ РУТИЛУ ПІД ШАРОМ ЗАХИСНОГО ФЛЮСУ

1

2

(21) а200711290

(22) 11.10.2007

(46) 25.06.2008, Бюл.№ 12, 2008 р.

(72) ЧЕПЕЛЬ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA,
ЗВЕЗДІН ОЛЕКСАНДР ОПАНАСОВИЧ, UA,
СВЯТНЕНКО ІННА МИКОЛАЇВНА, UA, МЕДВЕДЬ
СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, ПОЛЕТАЄВ
ЄВГЕНІЙ БОРИСОВИЧ, UA

(73) ЧЕПЕЛЬ СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(56) UA, 77118, C2, 16.10.2006

SU, 130184, A1, 1960

SU, 125008, A1, 1959

SU, 1765222, A1, 30.09.1992

RU, 2039101, C1, 09.07.1995

AU, 2822571, 02.11.1972

US, 2819158, 07.01.1958

US, 2853375, 23.09.1958

(57) 1. Установка для одержання феротитану шляхом електродугового плавлення рутилу під шаром захисного флюсу, яка включає електрошлакову піч, що має робочий простір у вигляді ванни, в якій розміщено попередньо набиту та ущільнену шихту (4) з суміші рутилу, відновлювача та зв'язуючого агента - рідкого скла, нерухому вертикальну стійку (5) з горизонтальною штангою (6), на якій встановлено вузол кріплення (7) знімного витратного електрода, штанга має можливість руху в вертикальному та радіальному напрямку навколо кристалізатора (1) зі знімним витратним електродом (2), який складається з металевої оболонки (3), в осі стійки, причому на стійці (5) встановлені електричні двигуни, які забезпечують зворотно-поступальний рух штанги з вузлами кріплення вказаного електрода в вертикальному напрямку відносно осі стійки, нерухомий електрод, що встановлено в дні ванни-кристалізатора (1) та під'єднано до джерела живлення, пульт керування (8), джерело живлення трифазного струму (9) для підтримки електричної дуги в ванні-кристалізаторі (1),

індукційну піч для усереднення складу виплавлених зливків феротитану, яка відрізняється тим, що установка додатково містить невитратний графітовий електрод (11), що стаціонарно закріплений на додатковій горизонтальній штанзі (12) вертикальної стійки (13), яка має можливість вертикального зворотно-поступального та радіального руху відносно осі вказаної стійки, шарнірно закріплений на боковій осі ванни-кристалізатора (1) дозатор (14) з бункерами та вузлом подавання суміші сипких матеріалів - флюсу в неї навколо вказаних електродів (2, 11), двосекційну кришку (15), що закриває зверху ванну-кристалізатор (1), секції якої знімні, боковий відсмоктувач (10) системи вентиляції робочого простору ванни-кристалізатора (1), вузол набивання та ущільнення шихти (16), що жорстко зв'язаний з сушильною шафою (17) для забезпечення сушіння підготовленого ущільненого витратного електрода, підйомно-транспортний пристрій для переміщення та подавання витратного електрода (2) до вузла його кріплення (7) на штанзі (5) вертикальної стійки (6), пульт керування (8), який стаціонарно встановлено на загальній рамі установки та має контрольні прилади значень струму, напруги, швидкості руху подавання електродів (2, 11) з індикаторами їх грубої та точної подачі і забезпечує роботу всіх вузлів та елементів установки в автоматичному та ручному режимах, причому всі складові елементи установки, крім вузла набивання і ущільнення шихти у витратний електрод (2) та сушильної шафи (17), змонтовані та жорстко закріплені на спільній рамі.

2. Установка за п. 1, яка відрізняється тим, що рух штанг (5, 12) з вузлами кріплення електродів (7) має дві швидкості, одна з яких в три рази більша за іншу.

(19) UA (11) 83331 (13) C2

3. Установка за п. 1 або 2, яка **відрізняється** тим, що як підйомно-транспортний пристрій використано тельфер.

4. Установка за будь-яким з пп. 1-3, яка **відрізняється** тим, що дозатор для подавання флюсу (14) може працювати як з ручним керуванням, так і в автоматичному режимі.

5. Установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що вона призначена для формування зливка у контрольованій атмосфері.

6. Установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що крім рутилу може використовувати інший титановмісний окислений матеріал.

Винахід належить до кольорової металургії, а саме до конструкції установки на якій електродувим плавленням високо титановмісної сировини одержують феротитану, які використовують для виготовлення конструкційних марок легованих сталей, що застосовуються у машинобудуванні, хімічній промисловості, ядерній енергетиці.

Для виробництва деталей машин і приладів, що працюють жорстких умовах підвищених навантажень, температур, тисків, потрібний конструкційний матеріал, який має високий рівень фізико-механічних властивостей, обумовлений відповідною структурою, яка стійка проти вищевказаних факторів, та має ряд специфічних додаткових характеристик: стійкість проти корозії, високотемпературної втоми, добру оброблюваність та інші. Вказані властивості придатні класу легованих сталей, при виробництві яких, як легуючі елементи, широко використовуються феросплави - феротитан, феронікель, ферохром, феромарганець, фероалюміній. Ці легуючі елементи є композицією у вигляді сплавів декількох корисних для введення в склад сталей хімічних елементів. Саме ці елементи забезпечують утворення в структурі сталей інтерметалічних сполук - нітридів, карбідів, карбонітридів, силіцидів, оксидів заліза, хрому, титану, ванадію, що підвищують рівень міцності, пружності, пластичності, корозійної стійкості матеріалу сталей. Практика легування сталей, яка існує понад п'ять сторіч, вказує на те, що часто з багатьох причин вигідно введення в склади спеціальних сталей легуючих елементів не в чистому вигляді, а як лігатур, складних сплавів, легуючі елементи яких краще „засвоюються” сталевим розплавом, якщо вони знаходяться при вводиті у зв'язаному з залізом стані. Тому так важливо мати широкий спектр і бажану кількість (за масою) феросплавів для легування спеціальних сталей при виплавленні останніх сотнями тисяч тон.

Проблема одержання феротитану у достатній кількості для потреб промисловості чорної металургії полягає в тому, що відомими технологіями його виробництва одержують феротитан: поперше - у вигляді шматків або зливків порівняно невеликих розмірів, по-друге - одержані промислові зливки феротитану мають додаткові шкідливі для сталей домішки, яких складно або досить дорого оперативно позбутися, по-третє - існуючі технології виробництва феротитану потребують складного та матеріаломісткого устаткування та засобів, додаткової попередньої обробки вихідних компонентів процесу, що використовуються при одержанні феротитану, значних капіталовкладень та суттєвого часу на їх реалізацію. Останнє пояс-

нюється тим, що в відомих та промислово застосовуваних технологіях використовують досить багато одиниць обладнання, які розташовані та функціонують окремо одна від одної і, відповідно, потребують координації зусиль і організації на виконання їх в спільний процес.

Для виробництва феротитану за прийнятими у промисловості технологіями, як вихідні речовини використовують або природні титановмісні матеріали, або відходи переробки титану різних марок. Це можуть бути природні титановмісні руди типу ільменіту або збагачені оксидом титану (рутилом - TiO_2) концентрати руд, відходи виробництва титану - стружка, крупка, шматки з облою при пресуванні або механічної обробки титану, титанова губка. Розглянемо більш детально обладнання, яке використовується в технологіях переробки та одержання феротитану.

Відомий [патент РФ №2102516, С1, публ.20.01.1998 на „Спосіб одержання феротитану”] в описі якого вказане обладнання - вакуумна індукційна піч в яку в попередньо приготовлений розплав заліза або мало вуглецевої сталі вводять брукт або відходи титанових сплавів і потім додатково порційно вводять в нього ільменіт у кількості 9-13мас.% та до 8мас.% оксиду кальцію, при цьому зменшують потужність індукційної печі та видаляють утворений шлак, що містить у зв'язаному виді оксид алюмінію та одержують феротитан у виливницях в вигляді зливків.

Також відомий [патент РФ №2131479, С1, публ.10.06.1999 на „Спосіб виплавки феротитану”], в якому згідно з описом, плавлення феротитану з шихти, що містить відходи залізо- та титановмісних сплавів типу стружки у співвідношенні їх, відповідно, 1:3-1:4, відбувається в вакуумній індукційній печі з одержанням продукту, що має вміст титану 65-75мас.%.

До недоліків вищевказаних винаходів слід віднести використання вихідної сировини - стружки титанових сплавів, кількість якої обмежена невеликим обсягом при виробництві такого матеріалу, за визначенням, необхідність апаратно підтримуваних розрідження атмосфери у реакційній ванні індукційної печі, що підвищує вартість кілограму одержуваної продукції та потребує відповідного як спеціального вакуумного обладнання, так і відповідних контролюючих ступінь розрідження приладів.

В опублікованій літературі в [статті «Латаш Ю.В., Яковенко В.А., Кравцов С.В., Рейда Н.В., Альтман П.С., Бычков А.П. Получение феротитану путем электрошлакового переплава титановой и стальной стружки. / Пробл. спец. электрометаллур-

ргии. 1991, №3, - С.50-54», патенті РФ №2039101, С1, публ.09.07.1995 на Спосіб електрошлакової виплавки феротитану та у Авторському свідоцтві СРСР №1765222, А1, публ. 30.09.1992, Бюл. 36 на „Спосіб електрошлакової виплавки феротитану”] описаний процес і обладнання для одержання феротитану електрошлаковим переплавленням, за якими на промисловій або лабораторній електрошлаковій установці в кристалізаторі діаметром 270мм проводили плавку суміші сталевий (магнітної) та титанової стружки, яку попередньо подрібнювали в пресі та відпалювали в печі опору при 350°C продовж 1,5час, а потім окремо механізовано подавали в кристалізатор з різних бункерів. Струм у шлакову ванну підводили двома діаметром 70мм невитратними металічними охолоджуваними електродами з наконечниками з молібдену. Переплав вели на шлаку АНФ-1П (чистий фтористий кальцій - CaF_2) з додатком 8-10мас.% оксиду титану - TiO_2 при напрузі 40-60В і силі струму 2000-3000А. Одержані феротитанові зливи мали масу 100-150кг та містили 40 та 70мас.% титану.

До недоліків цих винаходів слід віднести: використання як вихідної сировини одержання феротитану відходів титанового та сталевих виробництва - стружки, тобто стружки „чистих” титану та сталі, необхідність попередньої обробки вихідної сировини - подрібнення та відпал на відповідному обладнанні - змішувачі, пресі та печі опору, використання на попередню обробку додаткового обладнання - магнітного та хімічного сепараторів та, низький (до 70мас.%) вміст титану у кінцевому продукті - феротитані і складність самого переплавлення з-за різних щільностей і температур плавлення вихідних речовин, взаємопов'язаності енергетичних параметрів процесу (U, I), температури шлаку, ємності ванни-кристалізатора.

Відомий „Спосіб виробництва феротитану” за заявкою UA, №a200509879, А, публ.15.02.2006, Бюл.2, в описі якого викладено плавлення шихти з оксидів титану та сталевих брухту з одночасним відновленням оксиду титану надлишком алюмінію, що додають в розплавлену шихту (алюмотермія), та проводять в електродуговій печі. Утворений розплав феротитанового сплаву перемішують за допомогою індуктора печі для його гомогенізації з наступним рафінуванням у електронно-променевої установці з проміжною ємністю і одержанням високо чистого феротитану.

Недоліками даної технології є: по-перше - необхідність застосування рафінування одержаного розплаву феротитану від надлишкового алюмінію, який бере участь у відновленні титану з його оксиду в електродуговій печі, по-друге - використання дорогого, металомісткого та складного, за обслуговуванням, обладнання - установки електропроменевого переплавлення, по-третє - обов'язкове передбачене використання пристрою, який повинен забезпечити транспортування одержаного в електродуговій печі розплаву феротитану в високому вакууму установку електропроменевого переплавлення, при цьому потрібен час (від 1,2 до 1,6 години) на відкачування вказаної установки до високого (до $1\cdot 10^{-5}$ - $5\cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст.) вакууму перед включенням її електронно-променевих гар-

мат для рафінування. Тобто, для суто переплавлення потрібні потужні форвакуумні та дифузійні насоси і відповідна, контролююча розрідження апаратура.

Відомий патент РФ №2117067, С1, публ.10.08.1998 на Спосіб одержання залізо-титанового сплаву, за описом якого порційно, при питомому тиску 5,5-6,0т/см², пресують на механічному пресі витратний електрод з шихти, що містить титан типу ВТ1 і сталь Ст2 евтектичного складу, який потім пререплавають у вакуумно-дуговій установці у охолоджуваній кристалізатор з діаметром не менше 2 діаметрів витратного електрода та при силі струму 0,15-0,3кВт/см його діаметра з одержанням безпористого зливу зі зниженням до 0,1мас.% вмістом вуглецю.

До недоліків даної технології слід віднести високу собівартість вихідної сировини - плаву титана ВТ1, необхідність використання вакуумного обладнання для видалення шкідливих домішок з одержуваного розплаву, що суттєво підвищує вартість кілограму одержаного феротитану, необхідність у охолоджуваному кристалізаторі при плавленні шихти для забезпечення багаторазового його використання в процесі та підтримання в робочому стані його конструктивних елементів.

Серед документів з рівня техніки найближчим є [патент UA, №77118, С2, публ. 16.10.2006 на „Витратний електрод для одержання високо титанового феросплаву”] за описом якого готують витратний електрод з сталевий оболонки наповненої шихтою, яка містить попередньо подрібнений шлак, що за складом включає 80-95мас.% оксиду титану, одержаного на першій стадії технології переробки ільменіту в феротитан за [патентом UA, №59720, А, публ. 15.09.2003], алюмінієвий порошок та зв'язуючий агент. Шихту ущільнюють у сталевий оболонці витратного електрода до утворення між частками суміші стійкого електричного контакту та встановлюють з підключенням електричного струму до нього в електродугову піч, яка є головною частиною установки для одержання феротитанового зливу. В тиглі електродугової печі, до дна якого підведено інший електрод, здійснюють переплав витратного електрода під шаром флюсу. Одержаний розплавлений феротитан зливають у виливницю і після його кристалізації виймають з виливниці зливки та вивільняють його від шлаку. Зливки феротитану за своїм хімічним складом містять до 78мас.% титану, 19,3-30,0мас.% заліза та до 1,98мас.% домішок. Лабораторна електродугова піч постійного струму має джерело живлення, яке забезпечує номінальну силу струму 800-850А при напрузі 35-40В. Місткість тигля, в якому проводять електрошлаковий переплав витратного електрода - 20кг. Захисний флюс, який містить по 50мас.% оксиду алюмінію та кальцію подають в тигель вручну. Параметри процесу - струм та напруга - контролюються за допомогою автоматичного регулятора, в якому дроселем знімають напругу з „низької сторони трансформатора” (вхідна напруга). Індукований у дроселі струм подається на підсилювач. Механізм переміщення витратного електрода регулюється за різницею напруг „вихідної” та заданої підсилювачем і спрацьовує при виникненні цієї різниці шляхом опус-

кання витратного електрода до моменту зникнення цієї різниці напруг. Для усереднення складу одержаних зливків феротитану на окремій індукційній печі вони переплавляються в зливки з потрібним середнім складом феротитану. Також є система вентиляції тигля для видалення утворюваного в процесі плавлення пилу і газів.

До недоліків цього винаходу слід віднести: по - перше, складну, громіздку та суттєво дорогу технологію одержання вихідної сировини – TiO_2 , по - друге, необхідність використовувати в технології багатого пічного обладнання з різним принципом дії для виконання як підготовчих операцій, так і самого процесу, по - третє, необхідність в координації роботи вказаного пічного обладнання для забезпечення процесу без подовжених але обов'язково виникаючих простоїв, що підвищує вартість одиниці одержаної продукції - феротитану, по - четверте, залежність стабільності існування електричної дуги від щільності та якості (за вмістом вологи) шихти у витратному електроді, по - п'яте, необхідність у спеціальному пульті керування процесом плавлення за параметрами електричної дуги - величинами струму, напруги, підсилення захисного флюсу, та наявності індикаційних приладів, що вказують величини цих параметрів в режимі реального часу для визначення оптимальних параметрів процесу і його постійного відтворення при плавлі витратних електродів.

В основу заявленого винаходу поставлена задача виготовлення установки для одержання зливків феротитану шляхом електродугового плавлення рутилу під шаром захисного флюсу за допомогою удосконалення конструкції електродугової печі, тигля-кристалізатора, та забезпечення комплексної технології підготовки вихідної сировини у витратному електроді, використання оптимальних режимів її електродугового плавлення з пульта керування процесом до одержання промислових зливків високо титанового феросплаву з усередненим складом, підвищення якості одержаного феротитану за вмістом титану в ньому та зниження енергоємності при виробництві 1кг кінцевого продукту.

Поставлена задача вирішується тим, що установка для одержання зливків феротитану шляхом електродугового плавлення рутилу включає електрошлакову піч, що має робочий простір у вигляді ванни-кристалізатора (1) з знімним витратним електродом (2), який складається з металевої оболонки (3) в якій розміщено попередньо набиту та ущільнену шихту (4) з суміші рутилу, відновлювача та зв'язуючого агента - рідкого скла, нерухомою вертикальну стійку (5) зі горизонтальною штангою (6) на якій встановлено вузол кріплення (7) знімного витратного електрода, штанга має можливість руху в вертикальному та радіальному напрямку навколо осі стійки, причому на стійці встановлені електричні двигуни, які забезпечують зворотно-поступальний рух штанги з вузлами кріплення вказаного електрода в вертикальному напрямку відносно осі стійки, нерухомий електрод, що встановлено в дні ванни-кристалізатора (1) та під'єднано до джерела живлення, пульт керування (8), джерело живлення трифазного струму (9) для підтримки електричної дуги в ванні-кристалізаторі

(1), систему вентиляції робочого простору ванни-кристалізатора у вигляді бокового відсмоктувача (10), електрошлакову піч для усереднення складу виплавлених зливків феротитану, причому всі складові елементи установки змонтовані та жорстко закріплені на спільній рамі, установка додатково має невитратний графітовий електрод (11), що стаціонарно закріплений на додатковій горизонтальній штанзі (12) вертикальної стійки (13), яка також має можливість вертикального зворотно-поступального та радіального руху відносно осі вказаної стійки, шарнірно закріплений на боковій вісі ванни-кристалізатора дозатор (14) з бункерами та вузлом подавання суміші сипких матеріалів - флюсу в неї навколо вказаних електродів, двосекційну кришку (15), що закриває зверху ванну-кристалізатор (1), секції якої знімні, над ними встановлено боковий відсмоктувач (10) системи вентиляції робочого простору ванни-кристалізатора, вузол набивання та ущільнення шихти (16), що жорстко зв'язаний з сушильною шафою (17) для забезпечення сушіння підготовленого ущільненого витратного електрода, підйомно-транспортний пристрій для переміщення та подавання витратного електрода до вузла його кріплення на додатковій штанзі вертикальної стійки, пульт керування стаціонарно встановлено на загальній рамі установки та який має контрольні прилади значень струму, напруги, швидкості руху подавання електродів з індикаторами їх грубої та точної подачі і забезпечує роботу всіх вузлів та елементів установки в автоматичному та ручному режимі.

Задача вирішується також тим, що рух штанг з вузлами кріплення електродів має дві швидкості, одна з яких в три рази більша за іншу.

Задача винаходу вирішується також тим, що як підйомно-транспортний пристрій використано тельфер.

Задача винаходу вирішується також тим, що дозатор для подавання флюсу може працювати як з ручним керуванням, так і в автоматичному режимі.

Задача винаходу вирішується також тим, що процес формування зливку ведуть у контрольованій атмосфері.

Задача винаходу вирішується також тим, що замість рутилу може використовувати інший титановмісний окислений матеріал.

Установка для одержання зливків феротитану шляхом електродугового плавлення рутилу під шаром захисного флюсу представлена на Фіг. і включає ванну-кристалізатор 1, що є робочим простором вказаної установки та в якій проводять плавлення знімного витратного електрода 2 під шаром захисного флюсу. Знімний витратний електрод 2 конструктивно складається зі сталевих оболонок 3 та наповнювача 4. Наповнювач 4 представляє собою шихту, що містить суміш рутилу, відновлювача та зв'язуючого агента - рідкого скла. Нерухомою вертикальною стійкою 5 зі горизонтальною штангою 6 на якій встановлено вузол кріплення 7 знімного витратного електрода 2. Штанга 6 має можливість руху в вертикальному та радіальному напрямку навколо осі стійки 5, причому на стійці 5 встановлені електричні двигуни з приводами руху, які забезпечують зворотно-поступальний рух шта-

ниги 6 з вузлами кріплення 7 вказаного електрода 2 в вертикальному напрямку відносно осі стійки 5. Всі технологічні операції, які виконуються на установці здійснюються за допомогою пульту керування 8. Живлення електричним струмом виконавчих двигунів та приводів керування установки забезпечується джерелом живлення трифазного струму 9, яке використовується для підтримки електричної дуги в ванні-кристалізаторі 1 та живить слабострумні мережі пульту керування 8 і інших слабострумних приладів складових установки. Електрична дуга утворюється між кінцем невитратного 11, або витратного 2 електродів та нерухомим електродом, до прикріпленій до дна ванни-кристалізатора 1. Система вентиляції робочого простору ванни-кристалізатора 1 представляє собою звичайну вентиляційну систему, що має боковий відсмоктувач 10 робочого простору ванни-кристалізатора 1, який жорстко закріплено на ній. Установка додатково має невитратний графітовий електрод 11, що стаціонарно закріплений на додатковій горизонтальній штанзі 12 вертикальної стійки 13, яка також має можливість вертикального зворотно-поступального та радіального руху відносно осі вказаної стійки 13. На боковій вісі ванни-кристалізатора шарнірно закріплений дозатор 14 з бункерами та вузлом подавання суміші сипких матеріалів - флюсу. Флюс подають навколо вказаних електродів 11 та 2. Ванна-кристалізатор 1 має двосекційну кришку 15, що закриває її зверху. Секції кришки 15 виконані знімними і над ними встановлено боковий відсмоктувач 10 системи вентиляції робочого простору ванни-кристалізатора. Окремо встановлений вузол набивання та ущільнення шихти 16 у оболонці 3 витратного електрода 2. Вузол набивання і ущільнення шихти 16 жорстко зв'язаний з сушильною шафою 17, який використовують для забезпечення сушіння підготовленого ущільненого витратного електроду 2. Підйомно-транспортний пристрій для переміщення та подавання витратного електроду 2 до вузла його кріплення 7 на штанзі 6 вертикальної стійки 5. Пульт керування 8 стаціонарно встановлено на загальній рамі установки та який має контрольні прилади значень струму, напруги, швидкості руху подавання електродів 2 та 11 з індикаторами їх грубої та точної подачі і забезпечує роботу всіх вузлів та елементів установки в автоматичному та ручному режимі. Окремо від загальної рами установки встановлена спільна рама, на якій встановлений вузол набивання і ущільнення шихти 16 у витратний електрод 2 та сушильна шафа 17.

Установка для одержання зливків феротитану шляхом електродугового плавлення рутилу під шаром захисного флюсу працює наступним чином.

У ванну-кристалізатор 1 завантажують захисний флюс, який розплавляють невитратним графітовим електродом 11 при опусканні його у флюс за допомогою повороту з нейтрального положення невитратного електрода 11, який стаціонарно закріплено на додатковій горизонтальній штанзі 12 вертикальної стійки 13, у вертикальне положення над ванною-кристалізатором 1. Штанга 12 приводом вертикального руху опускається у захисний флюс. На невитратний графітовий електрод 11 подають струм від джерела живлення 9 з утворен-

ням електричної дуги між невитратним електродом 11 та нерухомим електродом, що встановлений і підключений до дна ванни-кристалізатора 1. За допомогою електричної дуги здійснюють процес плавлення захисного флюсу.

Перед початком процесу розплавлення захисного флюсу в сталеву оболонку 3 витратного електрода 2 завантажують попередньо утворену шихту 4 з рутилу (або інший титановмісний окислений матеріал), відновлювана (наприклад, алюмінієвої крупки) та зв'язуючого агента (наприклад, рідкого скла), яку набивають і ущільнюють в сталевій оболонці 3 за допомогою вузла ущільнення шихти 16. Ущільнений до експериментально встановленої щільності витратний електрод 2 закріплюють у підйомно-транспортному пристрої та завантажують у сушильну шафу 17, де його витримують до одержання визначеної кількості вологи в ньому.

По закінченні процесу сушіння та розплавлення невитратним електродом 11 захисного флюсу невитратний електрод підіймають з ванни-кристалізатора 1 та поворотом додаткової штанги 12 відводять від ванни-кристалізатора 1. Одночасно або після звільнення робочого простору електрошлакової печі висушений витратний електрод 2 підйомно-транспортним засобом, наприклад тельфером, подають до вузла кріплення 7, де його закріплюють та за допомогою привода руху на вертикальній стійці 5 опускають вздовж неї у ванну-кристалізатор 1 з зануренням у розплав захисного флюсу. На витратний електрод 2 та нерухомий електрод, що закріплено у дні ванни-кристалізатора 1, подають напругу і струм та утворюють електричну дугу, яка плавить витратний електрод 2. В результаті проходження процесів відновлення та плавлення шихти 4, що містить витратний електрод 2, утворюється розплав феротитану у ванні-кристалізаторі 1.

Параметри електричного режиму дуги та контроль відстані між кінцями електродів у захисному флюсі ванни-кристалізатора 1 реєструється, керується та підтримується в оптимальному стані за допомогою індикаторів на пульті керування 8. Керування вказаними параметрами процесу може здійснюватись як в ручному, так і в автоматичному режимах, в залежності від задачі, яка вирішується за допомогою розглядуваної установки. Якщо здійснюється промислове одержання зливків феротитану то керування роботою установки відбувається в автоматичному режимі з періодичним візуальним контролем параметрів процесу оператором. При зміні якості вихідних матеріалів шихти, вологості витратного електрода та, відповідно, пошуку нових оптимальних параметрів процесу оператор керує та оптимізує дані показників датчиків на пульті керування установкою в ручному режимі.

В процесі плавлення витратного електрода 2 у кристалізаторі 1, через дозатор 14 з бункерами та вузлом подавання суміші сипких матеріалів в круг витратного електрода 2 по колу рівномірно подається вказана суміш сипких матеріалів (вално та складові захисного флюсу) таким чином, щоб підтримувати навколо кінця витратного електроду постійну витрату суміші, яка повинна закривати електричну дугу та підтримувати рідкоплинність

захисного флюсу у кристалізаторі 1. Об'єм кристалізатора розраховано таким чином, що в ньому вміщується певна кількість проплавлених витратних електродів 2 (від 1 до 3 електродів довжиною 500-900мм).

Після проплавлення змінного витратного електроду 2 до кінця, якщо об'єм кристалізатора 1 не заповнений, з робочого простору електрошлакової печі виводять огарок витратного електроду 2 за допомогою вищевказаних двигунів та приводу руху вздовж вертикальної стійки 5. Вузол кріплення витратного електроду 2 вивільняють від огарка та закріплюють в ньому новий, попередньо висушений, витратний електрод 2. Цей електрод опускають в розплав феротитану у кристалізаторі 1 і знову подають на нього живлення для утворення електричної дуги та плавлення витратного електроду 2. В продовж операції вивільнення огарку та укріплення нового витратного електроду 2 в кристалізатор опускають відомим образом графітовий невитратний електрод 11 з метою підтримання захисного флюсу і утвореного розплаву феротитану в рідкому стані та підіймають його назовні при готовності до плавлення нового витратного електроду 2. Плавлення витратного електроду 2 повторюють описаним способом до того моменту заповнення всього кристалізатора 1 розплавом феротитану.

Після заповнення об'єму кристалізатора 1 феротитаном процес плавлення зупиняють і кристалізатор 1 з продуктами плавки охолоджується, а після охолодження кристалізатор 1 розбирається, продукт плавлення вивільняється з неї та розбирається на зливков феротитану та флюс. Після вивільнення феротитану та флюсу кристалізатор збирається для подальшого використання в наступному процесі плавлення.

Операції закріплення витратних електродів 2 у вузлі кріплення 7, який розташований на штанзі 6 і має можливість руху в вертикальному та радіальному напрямках навколо осі стійки 5, на нижній основі якої встановлені електричні двигуни з приводами вертикального та радіального руху (на Фіг. Не показані) виконуються на відносно великій висоті понад дном кристалізатора 1 оскільки довжини витратного та невитратного графітового електродів складають до 1500мм. Крім того, висота зовнішнього контуру кристалізатора 1 від його дна в початковий період плавлення може складати до 1000мм. Для зниження часового періоду опускання електродів 2, 11 до дна кристалізатора 2 швидкість руху штанги 6 з вузлом кріплення 7 в якому знаходиться електрод 2 має два значення: одне, повільне - 50мм/хв. а друге, швидке - 150мм/хв. Більшу частину часу опускання електроду виконують при швидкісному русі, а біля поверхні захисного шлаку швидкість руху уповільнюють в 3 рази для фіксування моменту утворення стійкої електричної дуги між витратним або невитратним графітовим електродом електродом та нерухомим електродом, що підключений до дна кристалізатора 1.

Вага витратного електроду 2, який споряджено шихтою, коливається у проміжку між 60-120кг. Для виконання операцій перенесення витратного електроду від вузла ущільнення 16 до сушильної шафи 17 та від сушильної шафи 17 до вузла кріп-

лення 7 на штанзі 6 можливо використовувати будь-які підйомно-транспортні засоби, наприклад кран, тельфер, спеціально обладнаний автозавантажувач і інші. Найбільш економічний підйомно-транспортний засіб для вищевказаних операцій є електричний тельфер з вагопідйомністю до 3т., який, при потребі, може підняти кристалізатор, пульт керування, джерело живлення та інші деталі і вузли заявленої установки.

При встановленому оптимальному режимі плавлення витратного електроду 2 дозатор 14 для подавання флюсу, що складається з вапна відновлювача та зв'язуючого може працювати в автоматичному режимі. При цьому з бункерів вказаний флюс подається навколо витратного електроду рівномірно і підтримує рідкоплинний стан захисного флюсу у кристалізаторі 1. В періоди зміни витратних електродів і підтримання електричної дуги невитратним графітовим електродом дозатор 14 працює в ручному режимі, тобто оператор опорожнює бункери з сумішшю флюсу у кристалізатор в ручну з постійним слідкуванням підтримання рівномірного опалення флюсу, що додається.

За необхідністю, у кристалізатор з закритим двосекційною кришкою 15 робочим простором електрошлакової печі та опущеним витратним електродом подається інертний газ, наприклад, азот, мінімальний надлишковий тиск якого контролюється на пульті керування та його значення регулюється включенням „на малих обертах“ бокового відсмоктувача системи вентиляції.

Як складова шихти 3 витратного електроду 2 може бути використаний не тільки рутил а і попередньо очищені дрібнозернисті відходи титанового виробництва інші титановмісні матеріали. При використанні таких матеріалів визначають їх хімічний склад і, відповідно, перераховують вміст інших складових шихти 3 витратного електроду 2 та коригують значення оптимальних параметрів робочого процесу.

Приклад.

Установку для одержання феротитану шляхом електродугового плавлення рутилу під шаром захисного флюсу випробували в досвідних плавках з визначенням хімічним аналізом одержаного феротитану. Витратний електрод довжиною 600-1200мм і вагою 70-150кг містив шихту, що включала від 50 до 80мас.% рутилу з хімічним складом - TiO_2 -94,0мас.%; SiO_2 -1,50мас.%; P_2O_5 -0,07мас.%; Al_2O_3 -3,00мас.%; Fe_2O_3 - решта, алюмінієву крупку АП-1 та рідке скло. Плавлення відбувалося при напрузі 15-50В, силі струму 1000-3000А. Волога в витратному електроді не перевищувала 10%. В процесі плавлення було переплавлено 6 витратних електродів та одержано 150кг феротитану з хімічним складом 65-85мас.% Ti , 2,0-5,5мас.% Al , до 1,5мас. % Si , 17-25мас.% Fe , що відповідає ГОСТу 4761-91 на ФТ70С1(Ti 65-75мас.%, Al 15,0мас.%, Si 1,0мас.%, C 0,4мас. %, V 3,0мас.%, Cu 0,4мас.%, Mo 2,5мас. %, Zr 2,0мас.%, Sn 0,15мас.%).

При порівнянні з характеристиками найближчого аналога з рівня техніки вміст титану в феротитані, що було одержано за заявленим винаходом, перевищував його вміст на 3-7,6мас.%, а енергомісткість 1кг феротитану за заявленим ви-

13

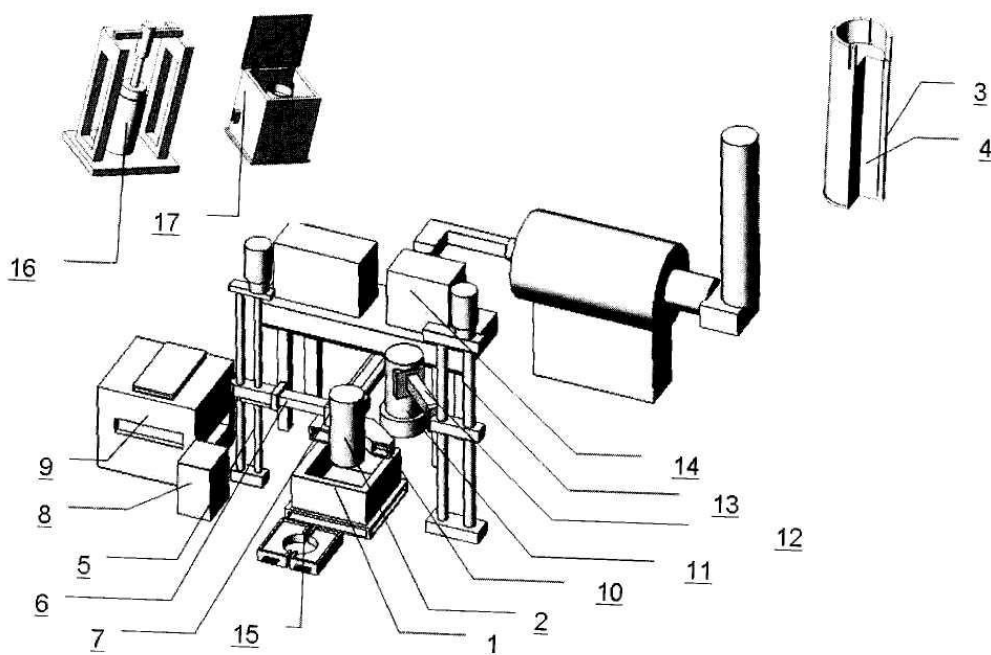
83331

14

находом складала - 11кВт-год , що складає на 18% менше ніж аналогічний показник з рівня техніки.

Наданий опис не обмежує заявлений винахід у всіх можливих його модифікаціях, удосконаленнях

та еквівалентах, які не виходять за межі заявленої формули, а слугує лише ілюстрацією, доповненням і уточненням конкретних втілень винаходу.



Фіг.