



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77118 (13) C2

(51) МПК (2006)

C22B 9/18 (2006.01)

C22B 9/187 (2006.01)

C22B 9/193 (2006.01)

C22B 34/12 (2006.01)

C22B 34/10 (2006.01)

C22B 4/00

C22C 14/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ВИТРАТНИЙ ЕЛЕКТРОД ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКОТИТАНОВОГО ФЕРОСПЛАВУ ЕЛЕКТРОШЛАКОВИМ ПЛАВЛЕННЯМ

1

(21) а200503962

(22) 25.04.2005

(24) 16.10.2006

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Чепель Сергій Миколайович, Звездін Олександр Опанасович, Полетаєв Євгеній Борисович

(73) Чепель Сергій Миколайович

(56) SU, 904 332, A1, 20.01.2000

SU, 1 307 680, A1, 15.10.1994

UA, 34 625, A, 15.03.2001

Заявка UA, 2001021061, A, 17.09.01

UA, 55 501, C2, 15.04.2003

UA, 59 720, A, 15.09.2003

RU, 2 030 467, C1, 10.03.1995

Заявка RU, 2002117454, A, 20.03.2004

RU, 2 233 895, C1, 10.08.2004

GB, 1 219 580, A, 20.01.1971

DE, 3 743 096, A1, 30.06.1988

JP, 2001-303141, A, 31.10.2001

US, 2 753 262, A, 03.07.1956

(57) 1. Витратний електрод для одержання високотитанового феросплаву електрошлаковим плавленням, що містить як наповнювач витратного

2

електрода попередньо ущільнений титановмісний матеріал, замкнений сталеву оболонку, який відрізняється тим, що як титановмісний матеріал наповнювача витратного електрода використано суміш продукту плавлення ільменіту в електропечі з вмістом TiO_2 не менше 65мас. %, відновлювача і зв'язуючого матеріалу, а відношення площі поперечного перерізу сталеву оболонки до площі поперечного перерізу наповнювача у витратному електроді складає не більше 0,024, при цьому щільність упаковки суміші наповнювача в сталевій оболонці складає не менше $2,7т/м^3$.

2. Витратний електрод за п. 1, який відрізняється тим, що ущільнення суміші наповнювача, розташованого у витратному електроді, здійснено пресуванням.

3. Витратний електрод за п. 2, який відрізняється тим, що продукт плавлення ільменіту в електропечі містить не менше 79,5мас. % оксиду титану, а як відновник використано алюмінієвий порошок.

4. Витратний електрод за п. 3, який відрізняється тим, що кількість зв'язуючого матеріалу не перевищує 6мас. % від маси наповнювача.

Цей винахід відноситься до галузі спеціальної електрометалургії, а саме до конструкції витратного електрода, який застосовується при електрошлаковому плавленні шихти, що містить сполуки титану для одержання високотитанового феросплаву.

Вплив електричної дуги на матеріал глибоко вивчається вченими країн миру останні 60 років. Трудами школи Є.О. Патона електрозварювання, як метод скріплення різних струмопровідних матеріалів за допомогою електричної дуги, вивчена

досконало і одержала широке промислове застосування. Одним з варіантів електродугового плавлення металів і сплавів є електрошлаковий переплав, який своєю основною метою ставить рафінування основного матеріалу, що плавиться, від шкідливих домішків під шаром утвореного шлаку. Передача матеріалу при плавленні високих рівнів енергії з однієї сторони пришвидшує процеси відновлення і масопереносу, що відбуваються при цьому, а з іншої сторони - потребує жорсткого контролю й управління режимами плавлення ма-

(13) C2

(11) 77118

(19) UA

теріалу для зниження рівня вигару основного компонента плавлення. Тому пошук оптимальних режимів ведення електрошлакового плавлення, удосконалення конструктивних елементів електрошлакових установок, вивчення впливу досліджуваних параметрів процесу на рівень фізико-технологічних властивостей одержуваного продукту, в кожному конкретному електрошлаковому переплаві конкретного матеріалу є вирішальним фактором, що суттєво забезпечує його промислову застосовність й економічну доцільність.

Висока необхідність машинобудування в порівняно дешевому конструкційному матеріалі, яким є легована сталь, зосередила пошук вченими нових методів одержання таких легуючих компонентів, як феротитан, одержання яких традиційними методами, з-за собівартості та дефіцитності вихідної сировини для України, не рентабельно. Привабливість технологій електродугового плавлення, таких як електрошлакове плавлення (ЕШП), дозволила дослідникам використовувати переваги ЕШП - високу концентрацію теплової енергії електродуги в порівняно невеликому об'ємі матеріалу, низьку собівартість, простоту й промислову технологічність обладнання для ЕШП - для одержання потрібних легуючих компонентів з наступним застосуванням їх у виробництві спеціальних видів сталей.

З рівня техніки відомий [патент RU №2030467, С1, публ. 01.03.1995 на „Спосіб електрошлакового переплаву металу“], згідно якому зливки металу виробляються електрошлаковим плавленням порожнистих витратних електродів зі співвідношенням їх зовнішнього діаметра до внутрішнього рівним 1,3-4,0, при якому підймання порції шлаку всередині порожнини витратного електрода відбувається за рахунок утворення в цій порожнині тиску нижче атмосферного на величину $\Delta P = (0,3-1,3) \rho g D$, де ρ - щільність утворюваного при плавленні шлаку, кг/м^3 , g - прискорення вільного падіння, м/с^2 , D - діаметр порожнини електрода, м. У відповідності з суттю даного винаходу порожнистий витратний електрод у вигляді відпрацьованих свій ресурс, наприклад сталевих товстостінних (з товщиною стінки рівною від 30% величини їх внутрішнього діаметра до 40% цієї величини) труб плавиться під шаром утворюваного шлаку. При цьому задачею даного винаходу є проведення процесу плавки без додаткового підймання потужності електричної дуги. Вирішення задачі здійснюється підведенням потрібної додаткової теплової енергії до витратного електрода шляхом контрольованого підняття рівня шлаку всередину порожнини труби за рахунок зниження тиску в цій порожнині. Вказана дія (суттєве зниження тиску в порожнині труби) з точки зору термодинамічного забезпечення ходу процесу потрібна тільки тоді, коли товщина стінки труби (витратного порожнистого електрода) становить вище 100% її внутрішнього діаметра.

До недоліків даного винаходу слід віднести те, що в ньому переплав в зливки ведеться тільки витратних електродів у вигляді труб, тобто - таких, що мають внутрішню порожнину. Крім того, для забезпечення ходу електрошлакового переплаву (утворення розрідження в витратному електроді)

потрібні додаткові конструктивні елементи установки електрошлакового переплаву - електрокомпресор й клапанний пристрій, які збільшують абсолютну собівартість кілограма одержуваного зливка такого металу, як за рахунок собівартості самих додаткових пристроїв, так і за рахунок підвищення споживання зовнішньої електроенергії на їх роботу.

З рівня техніки відомий „Спосіб електрошлакового переплаву“ за [Авторським свідоцтвом СРСР №904 332, А1, поданим 25.06.1980, публ. 20.01.2000], згідно якому плавлення металу з витратного електрода проводять у водоохолоджуваному кристалізаторі шляхом подавання на витратний електрод крім робочого струму також імпульсного розрядного струму з напругою 20-50кВ. При цьому, для підвищення ефективності обробки і якості переплавленого металу плавлення ведуть поперемінно поданими чергуючимися круто зростаючими-похило спадаючими і похило зростаючими-круто спадаючими імпульсами розрядного струму з максимальною амплітудою струму в імпульсі 5-50кА й частотою імпульсів 0,5-500Гц з відношенням часу крутого зростання (спадання) імпульсу до загального часу розряду його 1/20-1/10.

Головним недоліком цього винаходу є необхідність використання спеціального потужного генератора імпульсного розрядного струму, який повинен подаватися на витратний електрод, що плавлять, одночасно з робочим струмом електричної дуги. При цьому подавання імпульсного струму повинно здійснюватися за складними режимами (законами), які чергуються у часі і величині з „плаваючими“ абсолютними значеннями сили і напруги, що суттєво підвищує собівартість кілограму металу, що переплавляється за даним винаходом.

З рівня техніки відомо [Авторське свідоцтво СРСР №1 037435, А, публ. 23.08.1983, Бюл.31 на „Спосіб зміцнення витратного електрода“], згідно якого витратний електрод, наприклад, діаметром 16мм з шихти, що містить 20мас. % лігатури А1-V, 20мас. % стружки титанового сплав ВТ 1-0, інше титанова губка ТГ-100, піддавали пресуванню окремими порціями при тиску 18т, а потім піддавали зміцненню шляхом пропускання імпульсів струму, наприклад, від зарядної батареї, на ділянках з підвищеним опором.

До недоліків даного винаходу слід віднести складність технології одержання витратного електрода, дорожнечу одержуваного виробу, оскільки технологія, що використовується, потребує додаткового електричного - потужного обладнання, проведення повторних зміцнюючих обробок імпульсним струмом окремих ділянок електрода до досягнення в них (ділянках) потрібного для наступного переплаву низького опору. Крім того, одержуваний склад витратного електрода має низький вміст титану з-за використання в якості шихтових матеріалів алюмінієво-ванадієвої лігатури і значної кількості титанової губки.

Також з рівня техніки відома [заявка РФ №2002117454, А, публ. 20.03.2004 на „Спосіб одержання сплавів“], згідно варіанту якого вихідний матеріал, наприклад, у вигляді стружки й дрібно-

дисперсного лому титану марок ВТ 1-0 (ВТ 1-00) в кількості 70мас. % від загальної маси феротитану марки Фти70, розміщують у корпусі контейнера під кришку з листового сталевих прокату марки 08КП, вага яких рівна 30мас. % загальної маси феротитану вказаної марки, прокалюють вказану масу вихідних компонентів, пресують і плавлять.

В зв'язку з тим, що використані як вихідний матеріал відходи чистого титану (у вигляді лома і стружки) мають високу спорідненість до кисню, сировина для одержання високотитанового феросплаву суттєво окислена з поверхні, а прокалювання перед плавленням забезпечує видалення вологи тільки до 85мас. %. В процесі підготовки титанової сировини до плавлення потрібно введення додаткової операції завальцовування стінок контейнера з пресованими відходами титанового виробництва і, відповідно, використання спеціального пресового обладнання для здійснення даної додаткової операції. Крім того, з-за використання в якості вихідної сировини відходів титанового виробництва, собівартість одиниці ваги одержуваного феротитану суттєво зростає, а форма сировини - стружка й лом - при виробництві великої кількості зливків феротитану потребує наявності багатотонного виробництва титану у безпосередній близькості від виробництва високотитанового феросплаву.

Найбільш близьким з рівня техніки є [патент США №2753262, А, публ. 03.07.1956 на „Спосіб ущільнення й спікання витратних електродів з відходів виробництва титану”, у відповідності з яким витратний електрод для електродугового переплаву одержують з відходів виробництва титану, наприклад, з суміші подрібненої титанової губки, металічного титанового лому, прутків, обрізків листа, з або без додаткових легуючих елементів, яку ущільнюють в титановому обплетенні або в сталевій трубі. Одержану заготовку незначним чином вакуумують, зачінають сталеву трубу з титановим наповнювачем пробками, які приварюють до кінців сталевих труби і формують в потрібний переріз: круг, квадрат, прямокутник або багатокутник, наприклад, ковкою або прокаткою і нагрівають до температури 926-1065°C для ущільнення і спікання відходів виробництва титану в сталевій трубі у єдину збірку у вигляді витратного електрода. Високотитановий феросплав з вмістом титану 40-80мас. % і до 0,55мас. % вуглецю одержують з виготовленого за вищевказаною технологією витратного електрода плавленням в електродугових установках у водоохолоджуваному кристалізаторі при середовищі аргону, неону або гелію.

В зв'язку з тим, що як вихідна сировина для виготовлення витратного електрода використовуються відходи виробництва титану - прутки, обрізи прокату і подрібнена титанова губка - собівартість вихідного наповнювача суттєво висока. Витрати електроенергії на переробку електрода з титановою губкою з-за високої температури її плавлення підвищений у порівнянні з потрібною енергією на плавлення титану. Технологія виготовлення витратного електрода складна і потребує виконання додаткових операцій по вакуумуванню заготовки, заварюванню пробок в трубі з наповнювачем, спіканню наповнювача в єдину збірку - тобто додат-

кової витрати електроенергії і використання вакуумної техніки. Таким чином, вартість 1кг одержуваного феротитану суттєво висока.

В основу заявленого винаходу поставлена задача створення витратного електрода для одержання високотитанового феросплаву електрошлаковим плавленням, зниження собівартості одиниці ваги продукту, спрощення технології виготовлення витратного електрода, усунення можливості забруднення киснем повітря феросплаву при плавленні витратного електрода шляхом вдосконалення технології його виготовлення.

Поставлена задача вирішується тим, що витратний електрод для одержання високотитанового феросплаву електрошлаковим плавленням, що містить як наповнювач витратного електрода попередньо ущільнений титановміщуючий матеріал, замкнений сталюю оболонкою, як титановміщуючий матеріал наповнювача витратного електрода використовується суміш продукту плавлення ільменіту в електропечі з вмістом TiO_2 не менше 65мас. %, відновлювача і матеріалу, що зв'язує, а відношення площі поперечного перетину сталевих оболонок до площі поперечного перетину наповнювача у витратному електроді складає не більше 0,024, при цьому щільність упаковки суміші наповнювача в сталевій оболонці складає не менше $2,7\text{т/м}^3$.

Інша задача даного винаходу вирішується тим, що ущільнення суміші наповнювача витратного електрода здійснюється пресуванням.

Ще одна задача винаходу вирішується тим, що продукт плавлення ільменіту в електропечі містить не менше 79,5мас. % оксиду титану, а як відновник використовується алюмінієвий порошок.

Одним з варіантів вирішення поставленої задачі винаходу є те, що кількість матеріалу, що зв'язує, не перевищує 6мас. % від маси наповнювача.

Технології, що використовуються в промисловості одержання феротитану, описані в рівні техніки і мають ряд суттєвих недоліків, які роблять їх не перспективними для цілі одержання дешевого продукту у масовому виробництві. Наприклад, магнійтермічна технологія потребує великої витрати електроенергії; технологія переробки відходів виробництва титанових виробів: прокатного листа, прутків різного діаметра, зливків титана складна, потребує ряд додаткових енергоємних операцій, спеціального обладнання, розвиненої промислової бази одержання і переробки титану і, відповідно, також енергетично мало приваблива. Найбільш перспективна технологія електрошлакового переплаву титановмісної сировини, при цьому для її (технології ЕШП) зажадання необхідно використовувати відносно дешеву, не дефіцитну сировину та прості підготовчі операції одержання готового високотитанового феросплаву.

Як вихідна сировина, яка може бути ефективно використана в наступній переробці, використовується шлак, що містить до 80-95 мас. % TiO_2 , котрий одержується на 1 стадії технології переробки ільменіту в феротитан, що описана в [патенті України №59720, А, публ. 15.09.2003р.]. Шлак з високим вмістом TiO_2 подрібнюють, змішують з алюмінієвим порошком і агентом, що зв'язує, з

досягненням середнього складу по масі суміші. Одержану суміш завантажують у сталеву оболонку потрібного поперечного перерізу і ущільнюють до утворення стійкого контакту між частками, отримуючи при цьому витратний електрод. В тигель печі поміщають захисний флюс, занурюють в нього витратний електрод до досягнення контакту з подом і подають електричний струм для утворення електричної дуги між витратним електродом і подом печі. Утворена електрична дуга оплавляє нижній торець витратного електрода, і розплавлений феротитан стікає на під печі до повного розплавлення витратного електрода.

Одержаний в результаті електрошлакового плавлення феротитан зливають в виливницю і після його повного остигання вивільняють від шлаку.

Процес виготовлення витратного електрода і утворення феротитану при електрошлаковому переплавленні буде розглянутий далі з наведеним ілюстрацій на Фіг. 1-3 даного винаходу.

Фіг.1. Загальний вид витратного електрода для одержання високотитанового феросплаву електрошлаковим плавленням.

Фіг.2. Розріз по А-А конструкції витратного електрода, представленого на Фіг.1.

Фіг.3. Плавлення витратного електрода в тиглі печі ЕШП з утворенням шару розплавленого високотитанового феросплаву.

Вихідний матеріал, що слугує наповнювачем витратного електрода для ЕШП в феротитан, готують за наступною технологією. На першій стадії технології одержують титановий шлак з високим вмістом оксиду титану і мінімальним вмістом оксидів заліза. В електропечі розплавляють чавунний або сталевий лом. Після розплавлення лому з печі видаляють шлак, що утворився в результаті плавки з ломом і на поверхню рідкої металевої ванни окремими порціями завантажують суміш, що складається з ільменітової руди і вуглецьвмісного відновника (наприклад, графітового бою). Для ошлаковування пустої породи, яка міститься в ільменітовій руді, в склад суміші додають вапно. В процесі розплавлення відбувається відновлення оксидів заліза, що містить руда. Відновлене залізо переходить в металічний розплав, що веде до підвищення концентрації оксиду титану в утвореному шлаку.

Продуктом плавлення ільменіту в електропечі є титановмісний шлак з концентрацією TiO_2 від 50 до 85мас. %. Рівень вмісту основного елемента (Ті) в готовому феросплаві при плавленні витратного електрода методом ЕШП прямо пропорційно залежить від кількості TiO_2 в шлаку — вихідному компоненті суміші наповнювача електрода. При цьому 70мас. % вміст Ті в готовому зливу феротитану можливо одержати тільки використовуючи як наповнювач витратного електрода суміш, що складається зі шлаку з вмістом TiO_2 не менше 65мас. % і відновника.

У відповідності з теоретичними реакціями відновлення заліза з його оксидів, які містить вихідний матеріал, розрахунковим шляхом вибирають вагу компонентів шихти і її загальну кількість. Ільменітова руда містить, в мас. %: 60,00 TiO_2 ; 31,70 Fe_2O_3 ; 1,10 Al_2O_3 ; 2,84 SiO_2 ; 2,34 S; 0,28 P; 0,43

V_2O_5 ; 0,56 MnO. Ступінь відновлення заліза з його оксиду складає 80-85%. Збагачений оксидом титану шлак, з вмістом не менше 78мас. % TiO_2 , після завершення відновного періоду плавлення суміші, зливають у виливницю. Одержаний шлак містить в оптимальному складі: 79,5мас. % TiO_2 , 7,8мас. % Fe_2O_3 , інше — домішки оксидів алюмінію, кремнію, ванадію, марганцю, а також сірка й фосфор.

Суміш, що використовують як наповнювач витратного електрода, готується з подрібненого до зернистості не більше 800мкм шлаку з високим вмістом TiO_2 , алюмінієвого порошку, зернистості не менше 800мкм з вмістом алюмінію до 85мас. % і агента, що зв'язує. Алюмінієвий порошок є відновником оксидів титану і заліза, тому вміст його в наповнювачі відповідає розрахунковому теоретичному вмісту для відновлення вказаних оксидів за відомими теоретичними реакціями відновлення витратних речовин. Кількість агента, що зв'язує, не повинна перевищувати 3-6мас. % в суміші (оптимальні дані, одержані дослідним шляхом).

Готовий наповнювач завантажують в сталеву оболонку, наприклад, у вигляді циліндра, утворюючи витратний електрод 1 для ЕШП, як вказано на Фіг.1. Позиція 2 вказаного креслення є сталеву оболонку, позицією 3 позначений наповнювач витратного електрода 1. Вид А-А Фіг.2 представляє собою круглий переріз витратного електрода, де номери позицій відповідають аналогічним номерам вищевказаних елементів конструкції витратного електрода.

В процесі визначення технологічних характеристик витратного електрода були проведені багаточисленні експерименти, в результаті котрих встановлено, що оптимальне відношення площі сталеві оболонки до площі наповнювача повинно бути не більше 0,024.

Дані експериментів також визначили оптимальне значення щільності упаковки суміші наповнювача в сталевій оболонці, котре повинно складати не менше 2,7т/м³.

Розташування наповнювача у витратному електроді здійснюється за допомогою пресування, або трамбування суміші з використанням матеріалу, що зв'язує. Найбільш оптимальне значення щільності електричного струму, що проходить у середині витратного електрода, і кількість наповнювача на одиницю об'єму витратного електрода, одержано при пресуванні наповнювача змішаного з матеріалом, що зв'язує.

Плавлення витратного електрода здійснювалося наступним чином. Одержання високотитанового феросплаву проводили в лабораторній електропечі постійного струму з основною футерівкою з наступними технічними характеристиками:

1. Місткість лабораторної дугової печі постійного струму, кГ - 20;
2. Номінальна величина струму, А, - 800-850;
3. Номінальна напруга, В - 35-40.

На під плавильного тигля лабораторної електропечі постійного струму, представлений на Фіг.3, завантажують захисний флюс складу 50мас. % оксиду алюмінію і 50мас. % оксиду кальцію. Витратний електрод 1 занурюють через захисний флюс 3 до контакту його з подом печі 5. Крізь витратний електрод 1 і під печі 5 пропускають елект-

ричний струм з утворенням електричної дуги між ними. Параметри процесу - величина струму і напруга - контролюються за допомогою автоматичного регулятора (не показаний на Фіг.3). У вказаному автоматичному регуляторі дроселем знімають напругу з „низької сторони трансформатора” (вхідна напруга), яка є пропорційною силі струму і напрузі дуги (вихідна напруга). Індукований у дроселі струм подається на підсилювач (не показаний на Фіг.3). При рівності напруги, що знімається з „низької сторони трансформатора”, заданий підсилювачем напруги, механізм переміщення витратного електрода не „спрацьовує”. У випадку різниці значень вказаних вище напруг струм, що одержується, підсилюється і подається на виконавчий механізм підймання або опускання витратного електрода.

В результаті виділення тепла у флюсі 3, при проходженні крізь нього електричного струму, а також тепла екзотермічних реакцій відновлення компонентів наповнювача, що виділяється, відбувається розплавлення флюсу і зануреного в нього торця витратного електрода 1.

В процесі плавлення при контрольованому переміщенні витратного електрода 1, відновлені і розплавлені титан, залізо і кремній проходять крізь шар розплавленого флюсу і утворюваного вторин-

ного шлаку і нагромаджуються на поду тигля 2, утворюючи розплав високотитанового феросплаву 4. Плавлення витратного електрода 1 виконується до повного переходу його компонентів в розплав феротитану 4. Після розплавлення витратного електрода 1 піч вимикають, а розплав феросплаву 4 і рідкий шлак 3 зливають у виливницю, де при охолодженні відбувається кристалізація феросплаву 4. Після повного охолодження розплаву у виливниці проводять розділення зливка феротитану і шлаку. При необхідності, зливки феротитану розплавляються в індукційній печі для досягнення середнього складу одержуваного продукту за хімічним складом. Кінцевий продукт - феротитан за своїм хімічним складом містить, мас. %: 68,00-78,70 титану, 19,30-30,00 заліза, до 1,98 домішків, що містять 0,50 алюмінію, 0,18 кремнію, 0,85 марганцю, 0,42 ванадію і 0,03 сірки.

Для підтвердження промислової придатності заявленого винаходу був проведений ряд дослідних електрошлакових плавок витратного електрода заявленої конструкції по 3 на кожний режим з метою одержання середніх результатів. Дані технічних характеристик одержання високотитанового феросплаву і порівняльного хімічного складу продукту за технологією заявленого винаходу представлені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Порівняльні технічні характеристики одержаного високотитанового феросплаву за заявленим винаходом

№ зразка за порядком	Технічні характеристики витратного електрода і електричного режиму плавлення					
	Висота, мм	Товщина сталевий оболонки, мм	Вага наповнювача, кг	Щільність наповнювача після ущільнення, т/м ³	Величина струму, А	Напруга, В
1	1400	2,0	70	1,80		30-45
2	950	1,5	136	2,75	1500-1650	30-45
3	800	1,0	126	3,05	1500-1650	30-45

Таблиця 2

Порівняльний хімічний склад, одержаного високотитанового феросплаву за заявленим винаходом

№ зразка за порядком	Хімічний склад високотитанового феросплаву, мас. %							Якість одержуваного продукту
	Ti	Fe	Al	Si	Mn	V	S	
1	45,00	52,72	1,00	0,10	0,75	0,40	0,03	товарний зливоч
2	53,27	43,00	1,50	1,00	0,80	0,40	0,03	товарний зливоч
3	72,00	25,63	0,80	0,19	0,85	0,50	0,03	Товарний зливоч

Вартість одержуваного кілограма феротитану, який одержується електрошлаковим плавленням витратного електрода на 20% нижче вартості кілограма феротитану за технологію, що описана у [патенті України №59720, А] і на 8% менше вартості феротитану, що одержується магнійтермічним методом. Електрошлакове плавлення витратного електрода під шаром флюсу унеможливує проникненню кисню з повітря в розплавлюваний титан, а технологія виготовлення витратного елект-

рода складається з трьох операцій: приготування суміші титановмісного наповнювача, завантаження його в сталеву оболонку і ущільнення наповнювача в оболонці пресуванням.

Наданий опис не обмежує заявлений винахід у всіх можливих його модифікаціях, удосконаленнях і еквівалентах, які не виходять за межі заявленої формули, а слугують викладенням й уточненням конкретних втілень винаходу.

