



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43512 (13) A

(51) 7 C22B9/22, C21C5/56

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ВИПЛАВКИ СПЛАВУ В ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІЙ ГАРНІСАЖНІЙ УСТАНОВЦІ

(21) 2000126927

(22) 04 12 2000

(24) 17 12 2001

(46) 17 12 2001, Бюл. № 11, 2001 р.

(72) Левицький Микола Іванович, Ладохін Сергій  
Васильович, Анкін Юрій Пилипович, Мірош-  
ниченко Володимир Іванович(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕ-  
ТАЛІВ І СПЛАВІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК  
УКРАЇНИ

(57) Спосіб виплавки сплаву в електронно-променевій гарнісажній установці із багатокомпонентної шихти, який включає завантаження шихти в тигель, нагрів і розплавлення її електронним променем при електромагнітному перемішуванні утвореного розплаву, який відрізняється тим, що легкоплавкі і леткі компоненти шихти завантажують на дно тигля, а тугоплавкі і менш леткі - укладають таким чином, щоб вони утворювали екран з отвором для проходження електронного променя

Пропонований винахід відноситься до металургійної та пиварної технології, а більш конкретно - до одержання сплавів із використанням електронно-променевих джерел нагріву.

Відомі способи виплавки сплавів в електронно-променевих установках, при яких шихту завантажують у кристалізатор або плавильну ємність і потім нагрівають електронним променем до повного її розплавлення [1]. У випадку плавки сипучої шихти для її дегазації в період завантаження відключають потужність електронного променя і шихту завантажують при температурі металу у кристалізаторі на 50-150°C нижчу температури його плавлення, а прогрів шихти ведуть при потужності електронного променя 0,2-0,5 від потужності, необхідної для її розплавлення [2]. Однак при цьому спостерігається збільшення тривалості плавки із-за періодичних відключень потужності променя та повільного прогріву шихти при невисокій потужності променя.

Відомий також спосіб одержання в електронно-променевих печах нікелевих сплавів за пат. НДР [3]. Згідно з цим способом для введення у сплав високореактивних елементів до основного сплаву додають 1-6% чистого титану і (або) 0-8% чистого ніобію, а також 0,2-6% алюмінію у вигляді сплаву алюмінію з магнієм, отож поряд із титаном, ніобієм та алюмінієм в одержаному сплаві знаходиться також і магній. Шихтові матеріали завантажуються таким чином, що першими плавляться більш тугоплавкі і менш леткі компоненти, а потім - більш легкоплавкі і більш леткі компоненти. Недоліком відомого способу є суттєві втрати більш

легкоплавких і більш летких компонентів наслідок їх випаровування. Одночасно з цим спостерігається збільшення витрат електроенергії, що пов'язано як з її втратами на випаровування металів, так і з тепловим випромінюванням з поверхні, що обігривається електронами. Крім цього, цей спосіб непридатний у випадку, коли потрібно одержати сплав еквіатомного або близького до нього складу із елементів, що суттєво відрізняються температурою плавлення і пружністю пари, із-за необхідності введення в рідку ванну одночасно великої маси металу, що при даній схемі плавки здійснити практично неможливо.

Метою пропонованого винаходу є скорочення втрат електричної енергії при виплавці сплавів в електронно-променевій гарнісажній установці та витрат шихтових матеріалів за рахунок вибору раціональної схеми укладки шихтових матеріалів і їх плавки в плавильній ємності.

Поставлена мета досягається тим, що у способі виплавки сплаву в електронно-променевій гарнісажній установці, який включає завантаження шихти в тигель, нагрів і розплавлення її електронним променем при електромагнітному перемішуванні утвореного розплаву, згідно з винаходом легкоплавкі і леткі компоненти шихти завантажують на дно тигля, а тугоплавкі і менш леткі - укладають таким чином, щоб вони утворювали екран з отвором для проходження електронного променя.

Суть способу пояснюється малюнком.

У тигель 1, оснащений системою електромагнітного перемішування (СЕМП) 2 і що має на

(19) UA (11) 43512 (13) A

внутрішній робочий поверхні гарнісаж 3 завантажена кускова шихта 4, що складається із більш легкоплавких і летких компонентів. Зверху на цю шихту завантажують штабики 5 більш тугоплавких і менш летких компонентів. Ці штабики завчасно зібрані і закріплені таким чином, щоб над кусковою шихтою 4 утворювався екран з отвором 6 для проходження електронного променя 7.

Спосіб реалізується таким чином. Після завантаження у тигель шихти в указаному порядку і створення у плавильній камері необхідного розрідження включають електронний промінь 7 і розплавляють кускову шихту 4. По мірі її розплавлення включають СЕМП 2, що обумовлює інтенсивне перемішування утвореного розплаву, який починає розмивати штабики 5, що призводить до збагачення розплаву більш тугоплавким і менш летким компонентом. Наявність над розплавом екрану із штабиків 5 перешкоджає помітним втратам більш тугоплавкого і леткого компоненту, оскільки пари цього компоненту, осаджуючись на штабиках 5, в кінцевому рахунку знову потрапляють у ванну розплаву. При цьому теплове випромінювання із поверхні ванни використовується для додаткового нагріву штабиків 5, так як і енергія, що виділяється при конденсації пари на цих штабиках, що підвищує коефіцієнт корисної дії процесу.

**Приклад.** Потрібно було одержати сплав складу 60% Nb - 40% Ti. Відомі способи виплавки цього сплаву в електронно-променевій гарнісажній установці, при яких ніобій, як більш тугоплавкий метал, розміщувався зверху титану і розплавлявся першим, не давши бажаного результату. Розплавляючись, ніобій або стікав на дно тигля крізь щілини між прутками титану, або "замерзав" на цих прутках. Повторне розплавлення, окрім додаткових витрат енергії, призводило до скапування ніобію на дно, після чого плавився титан з відомими вже результатами замість заданих 40% титану в сплаві знаходилося менше 10% (див таблицю). Заміна порядку завантаження компонентів шихти і режимів проведення електронно-променевого наг-

ріву не призводило до вирішення поставленої задачі, оскільки втрати титану за рахунок випаровування складали біля 60% від завалки, а питомі витрати електроенергії без врахування витрат на роботу вакуумного обладнання досягали біля 20 кВт·год на кілограм розплаву.

Потрібний сплав удалося одержати при проведенні плавки за такою технологією. У гарнісажний тигель завантажили кускову шихту титану в кількості 50% від загальної маси шихти. Потім над шихтою титану встановили штабики ніобію таким чином, щоб вони утворювали нахилений (конусний) екран з отвором 50-60 мм для проходження променя. Маса штабиків ніобію складала 50% від загальної маси шихти, що в даному випадку дорівнювало 4,0 кг. Після створення у плавильній камері розрідження 0,13 Па включали електронний промінь і на протязі 3-х хвилин проводили прогрів шихти з поступовим виходом на загальну потужність нагріву 128 кВт. При досягненні вказаної потужності титан уже частково був розплавлений, тому включили СЕМП і витримували ванну при цій потужності ще 17 хвилин, на протязі яких промінь тримали по центру ванни. За вказаний час штабики повністю розчинилися у розплав і при зливі металу вміст титану складав 40%. Маса злитого металу складала 3,8 кг, питомі витрати електроенергії (без урахування витрат на створення і підтримку вакууму) - 5,2 кВт·год/кг, втрати титану випаруванням - 8% від маси завантаженого титану.

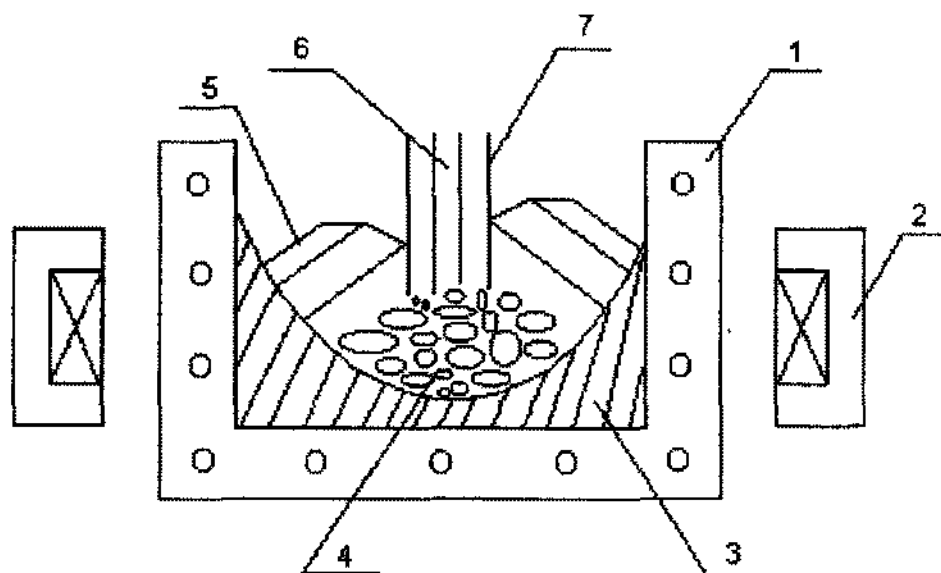
Таким чином, запропонований спосіб дозволяє скоротити втрати більш легкоплавкого і леткого компоненту при виплавці сплавів із компонентів шихти з суттєвою різницею температур плавлення і пружності парів на 30%, а також зменшити при цьому витрати електричної енергії у 3 рази.

#### Література

- 1 Заборонок Г.Ф. и др. Электронная плавка металлов -М. Металлургия, 1972, с. 70-77.
- 2 А с № 1031235 С22 В9/22
- 3 Пат. НДР № 214391 22с 1/03 19/03

Техніко-економічні показники виплавки сплаву Ti-Nb

№ плавки	Вага шихти, кг	Максимальна потужність нагріву, кВт	Загальний час плавки, хв	Злив, кг	Витрати електроенергії, кВт·год	Питомі витрати, кВт·год/кг	Хімічний склад, % мас.
308(прототип)	Ti - 2,0 Nb-2,0	144	21	2,2	38	17,2	Ti-7,4% Nb-реш
315(пропонований спосіб)	Ti - 2,0 Nb-2,0	123	16	3,8	20	5,2	Ti-40% Nb-реш



---

Тираж 50 екз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

---

