



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87749

(13) C2

(51) МПК

C22C 33/04 (2009.01)

C22B 34/22 (2009.01)

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

(54) ПОЗАПІЧНИЙ АЛЮМІНОТЕРМІЧНИЙ СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ФЕРОВАНАДІЮ

1

(21) а200713058

(22) 26.11.2007

(24) 10.08.2009

(46) 10.08.2009, Бюл. № 15, 2009 р.

(72) БОЙКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, КЛИМА-
НЧУК ВЛАДИСЛАВ ВЛАДИСЛАВОВИЧ, РЕВКО
ВОЛОДИМИР ФЕДОРОВИЧ, ШЕПЕЛЬ ВІКТОР
ДАНИЛОВИЧ, СИНЕЛЬНИКОВ ВОЛОДИМИР ПЕ-
ТРОВИЧ, ОСПИЩЕВ ОЛЕКСАНДР АНДРІЙОВИЧ,
ДЮНОВ ПАВЛО ВАСИЛЬОВИЧ(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МА-
РІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ
ІМЕНІ ІЛЛІЧА"

(56) UA, а 200705251, пріор. 14.05.2007

UA, 26273, U, 14.09.2007

SU, 1708907, A1, 30.01.1992

RU, 2207395, C1, 27.06.2003

JP, 58213854, A, 12.12.1983

CN, 1343795, A, 10.04.2002

CN, 1343794, A, 10.04.2002

2

(57) Позапічний алюмінотермічний спосіб одержання ферованадію, що включає підготовку шихти - ванадієвмісного матеріалу із введенням у неї відновника - фероалюмінієвого сплаву або порошку алюмінію, або їхньої суміші в кількості, що стехіометрично необхідна для відновлення ванадію з його оксидів з наступним видаленням надлишку алюмінію з розплаву за допомогою рафінувальної суміші, яку завантажують на подину плавильного агрегату, який **відрізняється** тим, що відновник і ванадієвмісний матеріал у шихті розподіляють диференційовано, двома самостійними частинами шихти, причому у верхню частину шихти вводять 85÷95 мас. % ванадієвмісного матеріалу, призначеного для проплавлення, весь відновник, який створює надлишок алюмінію 130±5 % від стехіометрично необхідного для відновлення ванадію, і флюсуючі домішки, а в нижню частину шихти вводять залишок 5÷15 мас. % ванадієвмісного матеріалу та флюсуючі домішки.

Винахід відноситься до області металургії, а саме до виробництва феросплавів алюмінотермічним способом.

Відновлення ванадію алюмінієм алюмінотермічним способом здійснюється по реакції:

$$2/5 (V_2O_5) + 4/3 [Al] = 4/5 [V] + 2/3 (Al_2O_3) \quad (1)$$
$$\Delta G^\circ_T = -112350 - 2,65 T \lg T + 21,21 T \quad (2)$$

Реакція відновлення проходить із великим виділенням тепла, і процес виплавки ферованадію може бути здійснений без додаткового підведення енергії.

Відомо два способи алюмінотермічної плавки ферованадію: позапічний та електропічний. При позапічній плавці [1], найбільш простої в апаратурному оформленні, всі шихтові матеріали подрібнюються, ретельно перемішуються в змішувачі й засипаються в плавильний агрегат. Алюміній задається в шихту в кількості 100-102% від стехіометрично необхідного для відновлення оксидів ванадію. Шихта запалюється верхнім запалом. Після проплавлення та охолодження плавильний агрегат розбирається, і металевий злиток відокремлюють від корундових шлаків. Витяг ванадію в злиток становить 90-92%, вміст алюмінію у ферованадії

2,5-4%, а вміст ванадію у відвальних корундових шлаках 2-4%. Недоліком цього способу є низький витяг ванадію в готовий продукт.

З метою зниження ванадію в відвальних шлаках і підвищення його витягу в сплав застосовується двостадійний електропічний спосіб плавки [2]. При цьому способі плавки шихту готують аналогічно [1], але з надлишком алюмінію від стехіометрії 125-130%.

Шихта проплавляється у ванні дугової електропечі при піднятих електродах. Завдяки надлишковій кількості відновника ванадій швидко і практично повністю відновлюється й переходить у розплав металу. По закінченню процесу проплавлення шихти опускають електроди, включають електропіч і прогривають шлак, що сприяє осадженню корольків сплаву. Після зливу відвального шлаку, який містить менш 1% ванадію, на дзеркало розплаву задають порцію пентаоксиду ванадію, яка рафінує сплав від надлишку алюмінію. Знов утворений шлак з високим вмістом ванадію використовують в шихті наступної плавки. По цьому способі витяг ванадію досягає 95%. Недоліком електропічного способу є велика витрата електро-

(13) C2

(11) 87749

(19) UA

енергії й необхідність створення електропічного переділу.

Розроблено вдосконалений спосіб позапічної плавки [3], взято за прототип, який забезпечує високий витяг ванадію, не менш 95%, без додаткового підведення енергії ззовні. При цьому способі шихта готується аналогічно [1]. Відновник задається в шихту в кількості $117 \pm 5\%$ від стехіометрично необхідної кількості для відновлення ванадію. Крім шихти на плавку вводиться рафінувальна суміш, що складається з оксидів заліза та флюсів, яка завантажується на подину плавильного агрегату. Завдяки надлишковій кількості відновника в шихті пентаоксид ванадію достатньо повно відновлюється й переходить у металевий розплав.

При розплавлуванні рафінувальної суміші відбувається окислювання алюмінію до оксиду, який переходить у шлак. Окисник у рафінувальну У суміш задається в кількості необхідній для видалення алюмінію до норм застережених кількісним вимогам по ферованадію. Виплавка ферованадію по цьому способу забезпечує витяг ванадію в готовий продукт 95-95,5%.

Недоліком цього способу є безповоротна втрата ванадію із відвальними шлаками, а також підвищення витрат алюмінію, який дорого коштує.

В основу винаходу поставлена задача зниження витрат відновника та підвищення витягу ванадію у ферованадій і проведення процесу плавки тільки за рахунок тепла екзотермічних реакцій.

Поставлена задача вирішується тим, що в позапічному алюмінотермічному способі виплавки ферованадію, який включає підготовку шихти із введенням у неї відновника - фероалюмінієвого сплаву, порошку алюмінію або їхньої суміші в кількості $117 \pm 5\%$ від стехіометрично необхідного для відновлення ванадію з його окислів з наступним видаленням надлишку алюмінію з розплаву за допомогою рафінувальної суміші, яка задається на подину плавильного агрегату, згідно з винаходом відновник і ванадійвмістний матеріал у шихті розподіляють диференційовано, двома самостійними частинами шихти, причому у верхню частину шихти вводять 85-95% ванадійвмістного матеріалу призначеного для проплавлення, весь відновник, який створює надлишок алюмінію $130 \pm 5\%$ від стехіометрично необхідного для відновлення ванадію, і флюсуючи домішки, а в нижню частину шихти вводять залишок 5-15% ванадійвмістного матеріалу та флюсуючи домішки.

Шихта на плавку готується із двох частин. Перша частина складається із суміші пентаоксиду ванадію в кількості $10 \pm 5\%$ від всієї кількості пентаоксида, який задається на плавку та флюсуючи матеріали.

Друга частина шихти складається із суміші пентаоксиду ванадію в кількості $90 \pm 5\%$, всієї кількості відновника, який задається на плавку та флюсуючи матеріали.

Завантаження шихти у плавильний агрегат проводять у наступному порядку. На подину плавильного агрегату засипають рафінувальну суміш, яка складається з оксидів заліза та флюсів, поверх неї перша частина шихти, що складається з пентаоксиду ванадію та флюсів, а потім завантажують

другу частину шихти, яка складається з пентаоксиду ванадію, відновник та флюсів. Шихта запалюється верхнім запалом. При плавки верхньої частини шихти, де надлишок відновника становить $130 \pm 5\%$ від стехіометрично необхідного для відновлення пентаоксиду ванадію, який знаходиться в цьому об'ємі шихти, реакція відновлення (1) повністю зміщається вправо і ванадій максимально переходить у метал.

У нижній частині шихти, в якій відсутній відновник створюються умови для максимального відновлення ванадію за рахунок того, що металевий розплав, отриманий під час плавки верхньої частини шихти яка містить надлишок відновника, що в кількісному відношенні становить 250-300% від стехіометрично необхідної кількості для відновлення ванадію, який знаходиться у нижній частині шихти.

Після закінчення плавки та охолодження плавильний агрегат розбирається, і металевий злиток відокремлюють від корундового шлаку.

Істотними загальними ознаками запропонованого винаходу та прототипу є:

- у шихту вводять відновник у кількості $117 \pm 5\%$ ваги, від стехіометрично необхідного для відновлення ванадію;

- для наступного видалення невитраченого в процесі відновлення алюмінію на подину плавильного агрегату вводиться окислювач у вигляді рафінувальної суміші;

- все необхідне на плавку залізо вводять у вигляді фероалюмінієвого сплаву.

Істотними відмінними ознаками є:

- диференційований розподіл відновника в шихті, за рахунок розподілу шихти на дві частини в співвідношенні по масі пентаоксиду ванадію 5-15% й 85-95%, при цьому весь відновник, вводять в другу (верхню) частину шихти.

Між істотними ознаками й технічним результатом - диференційованим розподілом відновника в об'ємі шихти і підвищенням витягу ванадію існує причинно-наслідковий зв'язок, який проявляється у наступному:

- за рахунок виведення всієї кількості відновника у верхню частину шихти при плавке у всіх шарах розплаву, від верхнього до нижнього, зберігається великий надлишок відновника по відношенню к ванадію, при цьому рівноважна концентрація пентаоксиду ванадію в шлаковому розплаві знижується, а перехід ванадію в металевий розплав збільшується.

По запропонованому способу було зроблено 41 плавка результати, яких наведені в таблиці.

Виплавка ферованадію по запропонованому способі дозволить підвищити на 0,5-1% витяг ванадію в готовий продукт позапічним способом і без додаткових енерговитрат.

Використана література:

1. Лякишев Н.П., Плинер Ю.Л. Алюмінотермія, М., «Металургія», 1978, 384стор.

2. Дуррер Р., Фолькерт Г.. Металургія феросплавів, переклад з німецького, М., «Металургія», 1976р., 480стор.

3. Патент України №26273.

Порівняльні результати проведених плавок ферованадію.

Таблиця

№ п/п	Витрати відновника на плавку на 1кг ванадію в шихті				Склад ферованадію, %мас.			
	Витрати алюмінієвої лігатури(вміст. 70,6%Al) на плавку, кг	Витрати алюмінієвого порошку, кг	Сумарні витрати алюмінію на плавку, кг	Сумарний надлишок алюмінію от стехіометрії, %	V	Al	V в шлаку	Витяг V
1	0,326	0,906	За існуючим способом		66,5	1,8	0,81	95,3
2	1,51	0,09			52,4	1,8	0,7	95,9
			За пропонуваним способом					
1	1,38	0,09			59,3	1,8	0,8	95,1
2	1,3	0,2			57,2	1,9	0,7	95,6
3	1,2	0,3			56	2	0,65	96,2
4	0,92	0,5			56,7	1,9	0,68	96,1
			За пропонуваним способом - позамежні значення					
1	1,2	0,2			63,5	1,8	1	94,9
2	1,3	0,29			51,8	2,7	0,6	96,9