



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85450 (13) C2

(51) МПК

C22C 33/04 (2006.01)

C22B 5/04 (2008.01)

C22B 34/22 (2008.01)

C22B 9/10 (2008.01)

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

## (54) СПОСІБ ПОЗАПІЧНОЇ АЛЮМІНОТЕРМІЧНОЇ ВИПЛАВКИ ФЕРОВАНАДІЮ

1

2

(21) а200705251

(22) 14.05.2007

(24) 26.01.2009

(46) 26.01.2009, Бюл.№ 2, 2009 р.

(72) КЛИМАНЧУК ВЛАДИСЛАВ ВЛАДИСЛАВОВИЧ, UA, БОЙКО ВОЛОДИМИР СЕМЕНОВИЧ, UA, РЕВКО ВОЛОДИМИР ФЕДОРОВИЧ, UA, ШЕПЕЛЬ ВІКТОР ДАНИЛОВИЧ, UA, СИНЕЛЬНИКОВ ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ, UA, ОСПИШЕВ ОЛЕКСАНДР АНДРІЙОВИЧ, UA, ДЮНОВ ПАВЛО ВАСИЛЬОВИЧ, UA

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МАРІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМЕНІ ІЛЛІЧА", UA

(56) SU, 1770435, A1, 23.10.1992

SU, 17089017, A1, 30.01.1992

GB, 191167, 08.01.1928

US, 2142031, 27.12.1938

Лягишев Н. П. Алюмотермия. М.: Металлургия. – 1978. – С. 393 – 400

Дуррер Р., Фолькерт Г. Металлургия ферросплавов. – М.: Металлургия. – 435 – 439

Лопухов Г. А. Электроалюминотермический процесс производства феррованадия // Электрометаллургия. – 1999. - № 3. – С. 46 – 47

Поляков А. Ю. Разработка способа выплавки феррованадия алюминотермическим методом // Чер-

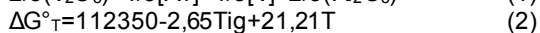
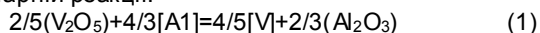
ная металлургия. – Извещение вузов. – 1983. - №3. – С. 39 – 43

(57) 1. Спосіб позапічної алюмінотермічної виплавки ферованадію, який включає підготовку шихти, її завантаження у плавильний агрегат, плавлення, охолодження та розділення продуктів плавки, який **відрізняється** тим, що шихта складається з двох частин – основної шихти та рафінувальної суміші, причому рафінувальну суміш завантажують на подину плавильного агрегату, а основну шихту – поверх неї, при цьому в основну шихту вводять надмірну кількість відновника, з наступним видаленням його з розплаву введенням окисника, а як відновник використовують залізоалюмінієвий сплав або його суміш з порошком алюмінію.2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що сумарну кількість алюмінію в основну шихту задають із розрахунку  $117 \pm 5\%$  від стехіометрично необхідного для відновлення пентаоксиду ванадію, який міститься в основній шихті.3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що окисник вводять на плавку у складі рафінувальної суміші, яка складається з оксидів заліза та флюсів, зокрема, прожареного вапна та плавикового шпату, при цьому оксиди задають у кількості, необхідній для видалення надмірного алюмінію.4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що рафінування проводять без підведення тепла зовні.

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

Алюмінотермічний спосіб одержання ферованадію здійснюється по-запічною або електропічною плавкою.

Відновлення ванадію протікає по наступній сумарній реакції:



без додаткового підведення енергії.

Алюмінотермічна шихта складається зі здрібнених частин алюмінію, пентакису ванадію (можуть бути й інші з'єднання ванадію), залізного скрапу або оксиду заліза та флюсів у вигляді обпаленого вапна та плавикового шпату. При позапічній плавці [1, взятий за прототип], найбільш простому в апаратурному оформленні способі, всі шихтові матеріали, крім залізного скрапу, із розміром часток 0,3-1мм ретельно змішують у змішувальному барабані та завантажують у плавильний агрегат. Алюміній задається в шихту в кількості

(13) C2

(11) 85450

(19) UA

100-102% від стехіометрично необхідному для відновлення пентаксиду ванадію. Завантажена шихта запалюється за допомогою запальної суміші розташованої на поверхні шихти (спосіб верхнього запалу). Після проплавлення шихти та охолодження продуктів плавки, плавильний агрегат розбирається, і металевий злиток відокремлюється від корундових шлаків. Ступінь витягу ванадію в злиток становить 90-93%, вміст алюмінію у феро-ванадії 2,5-4%, а вміст ванадію в відвальних корундових шлаках 2-4%.

Недоліком цього способу є низький витяг ванадію в готовий продукт.

З метою зниження вмісту ванадію в шлаках і підвищення його переходу в злиток застосовують електропічний спосіб плавки [2].

При цьому способі плавки шихту готують аналогічно, як і при по-запічному способі плавки, але з надлишковою кількістю алюмінію від стехіометрії. Шихта проплавляється у ванні дугової електропечі при піднятих електродах. Завдяки надлишковій кількості відновника пентаксид ванадію швидко й практично повністю відновлюється й переходить у розплав металу. По закінченню процесу плавлення шихти опускають електроди, включають електропіч і прогрівають шлаки, що сприяє осадженню королек металу. Після зливу відвальних шлаків, які містять менш 1% ванадію, на дзеркало розплаву задають пентаксид ванадію, що рафінує розплав від надлишку алюмінію. Знов утворенні шлаки з високим вмістом ванадію використовуються в шихті наступних плавок. По цьому способі витяг ванадію становить 95-97%, а витрата електроенергії досягає 3500кВт/т металу.

Недоліком електропічного способу одержання ферованадію є велика витрата електроенергії, можливість забруднення металу вуглецем та значні трудові витрати.

Метою даного винаходу є підвищення витягу ванадію у ферованадій і проведення процесу плавки тільки за рахунок тепла екзотермічних реакцій.

Поставлена мета досягається тим, що в способі позапічної алюмінотермічної виплавки ферованадію, що включає підготовку шихти, завантаження її у плавильний агрегат, плавлення, охолодження та розділення продуктів плавки, згідно з винаходом, шихта складається з двох частин - основної шихти та рафінувальної суміші, причому в основну шихту вводять надмірну кількість відновника, з наступним видаленням його з розплаву металу введенням окисника, як відновника використовують залізоалюмінієвий сплав або його суміш із порошком алюмінію. Сумарна кількість алюмінію у основну шихту задається із розрахунку  $117 \pm 5\%$  від стехіометрично необхідного для відновлення пентаксиду ванадію. Окисник вводять на плавку у складі рафінувальної суміші, яка складається з оксидів заліза та флюсів (прожарене вапно, плавиковий шпат), при цьому оксиди задають у кількості необхідній для видалення надмірного алюмінію, причому рафінувальну суміш завантажують перед плавкою на подіну плавильного агрегату, поверх неї основну шихту, а рафінувальну стадію плавки проводять без підведення тепла ззовні.

Шихту для плавки готують з двох частин. Перша частина-рафінувальна суміш, яка складається з окисника (оксиду заліза) і флюсів (прожарене вапно, плавиковий шпат) завантажують на подіну плавильного агрегату, а поверх неї завантажують другу основну частину шихти, яка складається з пентаксиду ванадію, відновника у вигляді залізо-алюмінієвого сплаву або його суміші з порошком алюмінію та флюсів.

Залізоалюмінієвий сплав або його суміш з порошком алюмінію задають у основну шихту з надлишком  $117 \pm 5\%$  по алюмінію від необхідного по стехіометрії для відновлення пентаксиду ванадію.

По міру проплавлення основної шихти розплав металу, що утворився, опускається донизу і стикається з рафінувальною сумішшю, яка починає підплавлятися і у вигляді дрібних крапель спливає крізь шар рідкого металу. При контакті розплавлених крапель рафінувальної суміші з рідким металом, в якому знаходиться надлишковий алюміній, відбувається його окислювання до оксиду та видалення в шлаковий розплав. Процес окислювання алюмінію проходить із виділенням тепла, у результаті температура рідкого металу підвищується, що сприяє подальшому підплавленню рафінувальної суміші до її повного розплавлення. Кількість окислювача, який задається з рафінувальною сумішшю на плавку залежить від того, яку кількість алюмінію необхідно видалити з розплаву ферованадію.

Використання в якості відновника у вигляді залізоалюмінієвого сплаву або його суміші з порошковим алюмінієм більш переважне, ніж використання гранул алюмінію, тому що досягається рівномірний розподіл заліза по всьому об'єму основної шихти та збільшення часу проплавлення основної шихти в 2-3 рази. Ці фактори сприяють формуванню однорідного по всьому об'єму металевого розплаву до моменту закінчення проплавлення основної шихти та ефективному проходженню процесу рафінування.

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

Суттєвими ознаками, загальними із прототипом є:

- підготовка шихти, її завантаження в плавильний агрегат, проплавлення за рахунок тепла екзотермічних реакцій, охолодження й розподіл продуктів плавки.

Суттєві відмінними ознаками є:

- у основну шихту вводять відновник у кількості значно більшої, ніж потрібно по стехіометрії для відновлення пентаксиду ванадію;

- на плавку додатково вводять окислювач у виді рафінувальної суміші, яка розташована на подіні плавильного агрегату;

- відновник та залізо вводять в основну шихту у вигляді залізоалюмінієвого сплаву або його суміші з порошком алюмінію.

Між суттєві відмінними ознаками та технічним результатом - підвищенням витягу ванадію в сплав і проведенням рафінувальної стадії плавки без підведення тепла з зовні, існує причинно-

наслідковий зв'язок, що проявляється в наступному:

- введення надлишкової кількості алюмінію сприяє більш повному відновленню окислів ванадію й підвищенню витягу ванадію в сплав, а наступне окислювання алюмінію на стадії рафінування проходить із виділенням тепла в кількості, достатньому для підтримки металу у розплавленому стані в продовж всього періоду рафінування.

По запропонованому способу було проведено 31 плавка результати, яких наведені в таблиці 1.

По результатах наведених у таблиці 1 видно, що виплавка ферованадію по запропонованому способу дозволяє підвищити витяг ванадію в готовий продукт позапічним способом і без додаткових енерговитрат.

Використана література:

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

2. Дуррер Р., Фолькерт Г., Металургія феросплавів, пров. з ньому., М., «Металургія», 1976р.

Таблиця 1

Порівняльні результати проведених плавок ферованадію

№ п п	Витрати відновника на плавку на 1 кг ванадію в шихті				Склад ферованадію, % мас.			
	Витрата алюмінієвої лігатури (вміст 70,6% Al) на плавку, кг	Витрата алюмінієвого порошку, кг	Сумарна витрата алюмінію на плавку, кг	Сумарний надлишок алюмінію от стехіометрії, %	V	Al	V в шлаку	Витяг V
За існуючим способом								
1	0	0,97	0,97	102,1	73,1	3,2	2,4	92,5
2	0	0,95	0,95	100,5	58,2	1,9	2,1	92,3
За запропонованим способом								
1	0,326	0,906	1,136	120	66,5	1,8	0,81	95,3
2	1,51	0,09	1,155	121,6	52,4	1,8	0,7	95,9
За запропонованим способом - поза межні значення								
1	1,5	0	1,063	111,6	53,7	1,9	1,1	94
2	1,53	0,09	1,17	123	49,4	2,2	1,0	93