



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 91633

(13) C2

(51) МПК (2009)

C22C 35/00

C21C 7/04

C21C 7/06

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

(54) РОЗКИСЛЮВАЧ-МОДИФІКАТОР ДЛЯ ОБРОБКИ СТАЛЕЙ ТА СПЛАВІВ

1

(21) а200900952

(22) 09.02.2009

(24) 10.08.2010

(46) 10.08.2010, Бюл. № 15, 2010 р.

(72) ШАПОВАЛОВА ОКСАНА МИХАЙЛІВНА, ША-
ПОВАЛОВ ВІКТОР ПЕТРОВИЧ, ШАПОВАЛОВ ОЛЕКСІЙ
ОЛЕКСІЙОВИЧ, КУШНІР МАРИНА АНАТОЛІЇВНА,
ТАТАРКО ЮЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

(56) UA, а 200801124, пріор. 30.01.2008

UA, 53197, A, 15.01.2003

SU, 1420054, A1, 30.08.1988

2

SU, 556193, 30.04.1977

JP, 2001026812, A, 16.07.1999

CN, 1570154, A, 26.01.2005

(57) Розкислювач-модифікатор для обробки ста-
лей та сплавів, що містить стружку алюмінієвих
сплавів та відходи залізовуглецевих сплавів, який
відрізняється тим, що додатково містить стружку
титанових сплавів і вапно, у такому співвідношен-
ні, мас. %:

стружка алюмінієвих сплавів	25-35
стружка титанових сплавів	5-17
вапно	5-17
відходи залізовуглецевих сплавів	решта.

Винахід відноситься до металургії сталей і може бути використаний у машино-, енерго-, авіа-будуванні та інших галузях, де застосовується розкислення рідких розплавів сталей і сплавів.

Відомі розкислювачі сталей і сплавів (феросиліцій, силікомарганець, силікокальцій, феротитан, алюміній чушковий, феромарганець, фероалюміній, тощо), які широко використовуються для розкислення і модифікування різних марок сталей і сплавів [1-9].

Недоліками відомих розкислювачів є:

- необхідність виготовлення їх методом металургійної плавки з дуже значними затратами енергії, неможливістю реалізації безвідходного виробництва, забрудненням навколишнього довкілля, не екологічності;

- неможливість введення декількох компонентів у розкислювачі-модифікатори (зазвичай присутні три компоненти), тому що елементи мають обмежену розчинність у залізі 0,03% по масі, титан 0,75% по масі, алюміній 1,0% по масі, марганець 3,0% по масі. При збільшенні кількості компонентів у плавлених розкислювачах-модифікаторах їх структура формується не як твердий розчин, а як багатофазний сплав. Але всі фазові складові мають різні властивості, тому по-різному взаємодіють із сталевим розплавом. Таким чином, в металургії

розробляють феросплави, розкислювачі і модифікатори, які відповідають реперним точкам - евтектичній, перитектичній, хімічній сполучі;

- плавлені розкислювачі-модифікатори при введенні у сталевий розплав забирають частину його енергії для розігріву до температури плавлення і тим самим охолоджують розплавлену сталь чи сплав;

- різні розміри кусків (від 3мм до 200мм) плавлених розкислювачів-модифікаторів призводять до неоднакового розкислення і модифікування в об'ємі всього металу в ковші, внаслідок чого має місце розкид хімічного складу, структури, механічних і експлуатаційних властивостей в межах однієї й тієї ж плавки.

Найбільш близьким до винаходу за технічною суттю та досягнутими результатами є композиційний розкислювач [10]. Він містить 25...50% алюмінієвої стружки, 0,08...3,0% відходів вуглецьвмісних матеріалів, 1,5...3,8% відходів титано-магнієвого виробництва з мікроелементами і відходи залізовуглецевих сплавів - решта.

Відомий композиційний розкислювач теж має недоліки, а саме:

- він містить тільки алюміній і вуглець, які мають багатofункціональну дію на розплав: одночасно розкислюють і модифікують;

(13) C2

(11) 91633

(19) UA

- відходи титано-магнієвого виробництва містять сполуки кальцію у невеликих концентраціях, які не можуть суттєво впливати на виведення з розплаву сірки. Тому є сенс ввести в склад нового розкислювача-модифікатора кальцій, як десульфуратора.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення композиційного розкислювача-модифікатора для обробки сталей шляхом введення до його складу сполук кальцію, завдяки чому можна значно знизити вміст сірки та інших шкідливих домішок, зменшити кількість неметалевих включень, тим самим підвищити механічні характеристики матеріалу.

Поставлена задача вирішується тим, що неплавлений розкислювач-модифікатор, до складу якого входять стружка алюмінієвих сплавів, відходи залізовуглецевих сплавів, додатково вводять стружку $\alpha+\beta$ титанових сплавів марок ВТ6, ВТ6-1, ВТ3-1, ВТ8, ВТ9 і сполуки кальцію (вапно), у такому співвідношенні, % по масі:

стружка алюмінієвих сплавів	25-35
стружка титанових сплавів	5-17
сполуки кальцію	5-17
відходи залізовуглецевих сплавів	решта.

Титан - це елемент, який має високі показники ентальпії і низькі показники ентропії сполук з киснем, вуглецем, азотом, фосфором, сіркою (таблиця 1).

Кальцій - елемент, який має значні показники ентальпії і середні показники ентропії сполук з киснем і сіркою (таблиця 1).

Ентальпія відповідає енергії зв'язку у сполуці, тому чим вона більша, тим більша вірогідність її формування у розплаві сталі завдяки взаємодії з шкідливими домішками. Ентропія характеризує стійкість сполуки.

У таблиці 1 наведені данні про вказані термодинамічні показники, які утворюються у сталевих розплавах при введенні в розкислювач-модифікатор нових компонентів, титану й кальцію.

Таблиця 1

№ пп	Сполуки	Ентальпія - ΔH° , кДж/моль	Ентропія S° , Дж/град-моль	Температура плавлення $t_{пл.}$, $^\circ\text{C}$
1	Ti ₂ O ₃	1529	77,3	1830
2	TiO	526	34,8	1780
3	TiC	209	24,7	3140
4	TiN	333	30,3	2950
5	TiP	263,7	-	1990
6	TiS	238	50,28	1927
7	CaO	634,3	39,8	2520
8	CaC ₂	62,8	70,3	2300
9	Ca ₃ N ₂	431,8	105	1195
10	CaS	482	56,5	2527
11	Ca ₃ P ₂	520	-	1640

Таким чином, титан здатний бути модифікатором (TiC, TiN), розкислювачем (TiO, Ti₂O₃), десульфуратором (TiS), дефосфоратором (TiP). Кальцій більше спроможний бути розкислювачем (CaO) та десульфуратором (CaS) і менше здатний подрібнювати первинне зерно, як модифікатор (CaC₂, Ca₃N₂).

Розкислювач-модифікатор для обробки сталей і сплавів, який заявляється, є дискретним композиційним неплавним матеріалом із структурою евтектоїду.

Новим розкислювачем-модифікатором, що заявляється оброблено, 100т мартенівської сталі, яка мала склад, % по масі: С - 0,52, Mn - 0,70, Si - 0,34, P - 0,012, S - 0,015, Cr - 0,20, Ni - 0,14, Cu - 0,12, Mo - 0,05, V - 0,03. Результати обробки сталі розкислювачем-модифікатором оцінювали за сумарним балом неметалевих включень, вмістом сірки, розміром литих зерен (бал зерна), механічними властивостями (таблиця 2).

Встановлено, що плавки сталі, які оброблені розкислювачем-модифікатором із співвідношен-

ням компонентів: 10мас.% стружки титанових сплавів, 10мас.% сполук кальцію і 30мас.% стружки алюмінієвих сплавів, є найкращими за усіма показниками. Вміст сірки зменшився на 33% до концентрації S - 0,005мас.%, фосфору - знизився на $\approx 67\%$ до концентрації P - 0,008мас.%. Знизилась кількість і розмір неметалевих включень до 3,5 балу, а також змінилася їх морфологія: з небезпечної, витягнутої і ограненої на сприятливу - кулясту. Отримали оптимальний розмір зерен. Мікроструктура сталі, яка оброблена розкислювачем-модифікатором, відрізнялася високою однорідністю. Сталь має дуже гарні характеристики межі міцності (σ_B - 900МПа) й відносного подовження (δ - 20%). А найважливіше, що досягли високого значення ударної в'язкості (КСУ-33,6Дж/см²) це свідчить про підвищену тріщиностійкість цих сталей. Для модифікованої сталі характерна висока стабільність хімічного складу і значень механічних властивостей в межах плавки, що свідчить про 100% засвоєння в усьому об'ємі розплаву сталі.

Таблиця 2

Вміст компонентів	Показники					
	Сумарний бал неметалевих включень	Вміст сірки, % по масі	Бал зерна	Механічні властивості		
				Межа міцності σ_B , МПа	Відносне подовження δ , %	Ударна в'язкість КСУ, Дж/см ²
20% стружки алюмінієвих сплавів; 3% стружки $\alpha+\beta$ Ті сплавів; 3% сполук кальцію (вапно); 74% відходи залізовуглецевих сплавів	5,1	0,014	6-6,5	850	15	19,5
25% стружки алюмінієвих сплавів; 5% стружки $\alpha+\beta$ Ті сплавів; 5% сполук кальцію (вапно); 65% відходи залізовуглецевих сплавів	4,5	0,009	7,0	870	16	23,0
30% стружки алюмінієвих сплавів; 10% стружки $\alpha+\beta$ Ті сплавів; 10% сполук кальцію (вапно); 50% відходи залізовуглецевих сплавів	3,5	0,005	7,0-7,5	900	20	33,6
35% стружки алюмінієвих сплавів; 17% стружки $\alpha+\beta$ Ті сплавів; 17% сполук кальцію (вапно); 31% відходи залізовуглецевих сплавів	4,0	0,0045	7,5-8,0	940	14	33
40% стружки алюмінієвих сплавів; 22% стружки $\alpha+\beta$ Ті сплавів; 22% сполук кальцію (вапно); 16% відходи залізовуглецевих сплавів	6,0	0,004	8,5	1120	12	19,0

Використані джерела

1. Голубцов В.А. Теория и практика введения добавок в сталь вне печи. Челябинск, 2006. - 422с.
2. Шаповалова О.М. Раскисление и микролегирование стали 08ЮТ комплексными добавками из отходов титана / О.М. Шаповалова, С.В. Бобырь, И.А. Маркова, В.П. Лысун // Сталь. - М. 1990 - №12. - С22-24.
3. Энциклопедия неорганических материалов: В 2т. / Глпв. Ред. Украинской советской энциклопедии; Отв. ред. И.М. Федорченко - К.: Изд. Главная ред. Украинской советской энциклопедии, 1977. - Т.2. - 813с.
4. ГОСТ 1415-93 Ферросилиций. Технические требования и условия поставки.

5. ГОСТ ИСО 5446-80 Ферромарганец. Технические требования и условия поставки.

6. ГОСТ 4756-91 Ферросиликомарганец. Технические требования и условия поставки.

7. ГОСТ 4762-71 Силикокальций. Технические условия.

8. ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминия литые. Технические условия.

9. ГОСТ 4761-91 Ферротитан. Технические требования и условия поставки.

10. Композиційний розкислювач для обробки сталей: Рішення про видачу патенту на винахід по заявці № а200700858 від 10.11.08 С22С 35/00 (UA) Шаповалова О.М., Шаповалов О.В., Шаповалов В.П., Полішко С.О.; опубл. 13.11.08. - 1с.