

Корисна модель відноситься до області чорної металургії, зокрема, до виробництва феросплавів і лігатур для обробки рідкої сталі.

Промислові сплави феросилікоалюмінію для комплексного розкислення сталі відомі під назвою «фералсіт», що містять основні легуючі елементи 30-75% Si та 10-45% Al регламентуються сумою Si + Al, рівної концентрації кремнію в марочній сполуді феросиліція [1].

ТОВ «Фірма «Унікон» організувала промислове виробництво сплавів вторинного силікоалюмінію, що містить 10-30% Si, 30-75% Al для розкислення та легування спокійних і хімічної закупорки зливків киплячої сталі - Пат. України 60931 А, С22С35/00, опубл. 15.10.2003, що прийнятий за аналог винаходу.

Як прототип обраний пат. Китайської народної республіки [CN 1049528, С21С7/06, опубл. 1991-02-07], у якому сплави феросилікоалюмінію регламентуються по залізу 5-45%, кремнію 15-30% та алюмінію 40-75%.

Технологія рафінування сталі передбачає послідовний ряд операцій по обробці рідкого металу: попереднє й остаточне розкислення металу, розкислення покривного шлаку й окрема операція - хімічна закупорка зливків киплячої сталі. На кожній операції застосовують різні марки сплавів: висококремнієві сплави для попереднього розкислення, високоалюмінієві для розкислення шлаку та хімічного закупорювання, уніфіковані сплави (Si ~ Al) - для остаточного розкислення. Крім того, для розкислення сталі щільність сплавів повинна бути вище щільності рідкого шлаку (3,0-3,5 г/см<sup>3</sup>) і менше - для розкислення шлаку.

У зв'язку з цим, промислові сплави феросилікоалюмінію (ФСА), також як сплави аналога і прототипу відрізняються. Загальним недоліком - відсутністю строгої регламентації складу по марках сплаву, що повинна враховувати не тільки вище перераховані вимоги, але й відповідати визначеному структурно-хімічному стану, що забезпечує стабільність рідких і твердих сплавів і, отже, їхня ефективність при рафінуванні сталі.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення ефективності обробки рідкої сталі за рахунок оптимізації складу феросилікоалюмінію (сіфераль), що містить крім основних компонентів, регламентовані концентрації домішних елементів (вуглець, марганець, хром, титан, сірка, фосфор) і кольорових металів (мідь, цинк, олово, свинець, сурьма, вісмут) і задовольняючого як вимогам необхідності (заданої щільності), так і достатності (стабільності у рідкому і твердому станах). Оптимізація хімічного складу стабільних сплавів заснована на структурно-хімічному аналізі металургійних фаз у рідкому і твердому стані [2] за допомогою полігональної діаграми стану залізо - кремній - алюміній, побудованої новим графоаналітичним методом [3]. На підставі проведеного аналізу, групи аналізів, сплави феросилікоалюмінію розділені по основних компонентах на три, на основі заліза (сіфераль-Ф), кремнію (сіфераль-К) і алюмінію (сіфераль-А), оптимальні склади стабільних сплавів визначають із заданих співвідношень Fe:Si:Al, що відповідають області гомогенності потрібних стехіометричних інтерметалідів у системі Fe-Si-Al або на основі заліза, або кремнію, або алюмінію.

Поставлена задача досягається тим, що сплави вторинного алюмінію для розкислення сталі - сіфераль, що містять основні компоненти залізо, кремній, алюміній, а також домішні елементи і кольорові метали, відрізняються заданим змістом інгредієнтів (мас. %): залізо 55 - 45,0; кремній 30,0 - 10,0; алюміній 60,0 - 40,0; домішні елементи: вуглець + марганець + хром + титан - до 5; сірка + фосфор 1,0-0,10; кольорові метали: мідь + цинк + олово + свинець + сурьма + вісмут 1,0 - 5,0, що відповідають оптимальному складу сплаву в області гомогенності потрібних стехіометричних інтерметалідів на основі заліза при співвідношенні Fe:Si:Al=(2-6):(1-2):(1-2).

Загальною ознакою предмета корисної моделі, що заявляється, є верхні обмеження по змісту кремнію (менш 30%), однак відмінною ознакою залишаються обмеження на концентрації заліза (більш 45%) і алюмінію (менш 40%). Істотною відмінною ознакою також є і регламентовані оптимальні склади стабільних сплавів сіфералю, що відповідають області гомогенності послідовного ряду потрібних стехіометричних інтерметалідів: Fe<sub>3</sub>SiAl<sub>2</sub> (ФС10А20) → Fe<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>Al (ФС30А15) → Fe<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>Al<sub>2</sub> (ФС15А30) → FeSiAl (ФС25А25). Тут у дужках приведені умовні позначки марочного складу сплавів, що відрізняються від стехіометричного складу в межах концентрацій основних компонентів ±(2-3)%.

У таблиці 1 приведені порівняльні дані про склад та властивості сплавів феросилікоалюмінію різних типів - аналогів, прототипу і сіфералю. Видно, що сплави сіфералю на основі заліза мають щільність 4,67-5,5 г/см<sup>3</sup>, при температурах плавлення (1200-1400°C), що дозволяє використовувати їх для попереднього розкислення в плавильній печі і скоротити час ковшевої обробки сталі.

Оцінка ефективності сплавів сіфералю проведена на досвідчених плавках стали СтЗсп в індукційній печі з магнітовою футеровкою ємністю 30,0 кг. На дно ізложниці ємністю 15,0 кг присаджували сіфераль марки ФС30А15 або ФС25А25 (досвідчений злиток) і сплави ФС45 + АВ87 (порівняльний злиток), визначали хімічний склад металу і ступінь засвоєння елементів -розкислювачей (кремній, алюміній). У таблиці 2 приведена порівняльна оцінка ефективності різних способів розкислення сталі, відкілья впливає, що ступінь засвоєння кремнію (90,0 %) на 10% вище феросиліція, а засвоєння алюмінію зростає у два рази, що дозволяє одержати економоефект 2,0-3,0 рн/т при розкисленні сталі.

Таким чином, оптимальні склади стабільних сплавів задовольняють умовам необхідності і достатності, а також між істотними відмінними ознаками предмета корисної моделі, що заселяється, і технічним результатом існує причинно-наслідковий зв'язок, що визначає ефективність і новизну сплавів сіфералю.

**Таблиця 1. Склад та фізико-хімічні властивості сплавів.**

Марка сплаву	Тип інтерметалідів	Хімічний склад, масс. %			Fe:Si:Al	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$t_{пл}$ °C
		Fe	Si	Al			
1	2	3	4	5	6	7	8
Силіко-алюміній (аналог)							
СА 12-40	---	ост	10-15	30-45	---	5,0-5,5	1200-1300
СА 18-55	---	ост	15-20	45-60	---	3,9-4,5	1000-1100
СА 25-70	---	ост	20-30	60-75	---	2,9-3,3	800-900
Феро-силіко-алюміній (прототип)	---	5-45	15-30	40-75	---	---	---
Сифераль*							
ФС10А20	Fe <sub>3</sub> SiAl <sub>2</sub>	67,2	11,2	21,6	6:1:2	5,50	1350-1400
ФС10А15	Fe <sub>4</sub> SiAl <sub>2</sub>	73,2	9,2	17,6	7:1:2	7,07	1400-1450
ФС10А25	Fe <sub>2</sub> SiAl <sub>2</sub>	57,7	14,5	27,8	4:1:2	4,71	1250-1300
ФС15А30	Fe <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> Al <sub>4</sub>	50,6	16,9	32,5	3:1:2	5,69	1150-1200
ФС10А35	Fe <sub>3</sub> SiAl <sub>4</sub>	55,3	9,2	35,5	6:1:4	4,99	1250-1300

\*граничні концентрації основних компонентів відрізняються на 2-3%

**Таблиця 2. Ефективність різних способів розкислення сталі**

№ п/п	Спосіб розкислення сталі		Хімічний склад сталі, масс. %		Ступінь засвоєння, %	
	Тип сплаву	Питома витрата, кг/т	Si	Al	Si	Al
1	2	3	4	5	6	7
1	ФС45	6,0	0,24	---	80,0	---
	AB87	2,0	---	0,02	---	15,0
2	ФС15А30	8,0	0,10	0,06	85,0	25,0
3	ФС10А15	8,0	0,07	0,036	90,0	30,0

Джерела технічної інформації.

1. Гасік М.І., Л'якішев Н.П., Ємлін Б.І. Теорія і технологія виробництва феросплавів, М. Металургія, 1988, 522 с
2. Белов Б.Ф., Троцан А.І., Харлашин П.С. Структуризація металургійних фаз у рідкому і твердому станах. Изв. Вузів, 4М2002, №4, 70-75
3. Белов Б.Ф., Троцан А.І., Харлашин П.С., та ін. Свідectво про державну реєстрацію прав авторів на твір. ПА № 2825 від 29.02.2002р. Методика побудови полігональних діаграм стану бінарних металургійних систем.