

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 «фералсит», що містять основні легуючі елементи 30-75% Si та 10-45% Al регламентуються сумою Si+Al, рівної концентрації кремнію в марочній сполуді феросиліцію [1].

Комплексне розкислювання рідкого металу значно ефективніше ковшової обробки сталі роздільними присадками простих феросплавів типу ферросиліцію і чушкового алюмінію, оскільки забезпечує більш глибокий ступінь розкислювання і підвищення засвоєння легуючих елементів [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 609 31А, С22С35/00, опубл.15.10.2003], що прийнятий за аналог корисної моделі.

Як прототип обраний пат. Китайської народної республіки [СК 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, еквівалентні сплави ($Si \approx Al$) - для остаточного розкислення. Крім того, для розкислення сталі щільність сплавів повинна бути вище щільності рідкого шлаку ($3,0-3,5 \text{ г/см}^3$) і менше - для розкислення шлаку.

У зв'язку з цим, промислові сплави феросилікоалюмінію (ФСА), також як сплави аналога і прототипу, відрізняються загальними недоліками. Загальний недолік - відсутність 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, їх ефективність при рафінуванні сталі.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення ефективності обробки рідкої сталі за рахунок оптимізації складу феросилікоалюмінію (сифераль), що містить крім основних компонентів, регламентовані концентрації домішкових елементів (вуглець, марганець, хром, титан, сірка, фосфор) і кольорових металів (мідь, цинк, олово, свинець, сурма, вісмут) і задовольняючого як вимогам необхідності (заданої щільності), так і достатності (стабільність 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 сплавів сплави феросилікоалюмінію розділені по основних компонентах на чотири групи: на основі заліза (сифераль-Ф), кремнію (сифераль-К), і алюмінію (сифераль-А) і проміжні (еквівалентні) сплави основних компонентів (сифераль).

Оптимальні склади визначають із заданих співвідношень $Fe:Si:Al$, що відповідають області гомогенності потрібних стехіометричних інтерметалідів.

Поставлена задача досягається тим, що сплави вторинного алюмінію для розкислення сталі - сифераль, що містять основні компоненти залізо, кремній, алюміній, а також домішкові елементи і кольорові метали, які відрізняються заданим вмістом інгредієнтів (мас.%): залізо 20,0-30,0; кремній 30,0-40,0; алюміній 20,0-40,0; домішкові елементи: вуглець + марганець + хром + титан 5,0-6,0; сірка+фосфор 0,05-0,10; кольорові метали: мідь+цинк+олово+свинець+сурма + вісмут 3,0-5,0 що відповідають оптимальному сплаву в області гомогенності потрібних стехіометричних інтерметалідів основних компонентів при їх співвідношенні $Fe:Si:Al=(1-2):(1-2):(1-2)$.

Загальною ознакою предмета корисної моделі, що заявляється, є верхні обмеження по вмісту заліза (менш 45%). Однак відмітною ознакою залишаються обмеження по концентрації кремнію (більш 30%) і алюмінію (менш 40,0%). Істотною відмітною ознакою також є і регламентовані оптимальні склади стабільних сплавів сифералю, що відповідають області гомогенності послідовного ряду потрібних стехіометричних інтерметалідів: $Fe_3Si_2Al_2$ (ФС30А30) \rightarrow $Fe_2Si_3Al_2$ (ФС30А20) \rightarrow $Fe_7Si_3Al_4$ (ФС30А40) \rightarrow $Fe_2Si_3Al_4$ (ФС25А35). Тут у дужках приведені умовні позначки марочного складу сплавів, що відрізняються від стехіометричного складу в межах концентрацій основних компонентів $\pm(2-3)\%$.

У таблиці 1 приведені порівняльні дані про склад та властивості сплавів феросилікоалюмінію різних типів — аналогів, прототипу і сифералю. Видно, що сплави сифералю на основі заліза мають щільність $3,75-4,66 \text{ г/см}^3$ при температурах плавлення ($850-1100^\circ\text{C}$), що дозволяє використовувати їх для попереднього розкислення в плавильній печі і остаточного в сталюковші.

Оцінка ефективності сплавів сифералю проведена на дослідних плавках сталі Ст. Зсп в індукційній печі з магнезітовою футеровкою ємністю 30,0кг. На дно виливниці ємністю 15,0кг присаджували сифераль марки ФС30А50 або ФС25А50 (дослідний 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, звідки випливає, що ступінь засвоєння кремнію (80,0-85,0) на (10,0-15,0)% вище феросиліцію, а засвоєння алюмінію зростає у 1,5-2,0 рази, що дозволяє одержати економічний ефект 2,0-3,0 грн/т при розкисленні сталі.

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

Таблиця 1

Склад і фізико-хімічні властивості сплавів вторинного алюмінію

Тип сплаву	Тип інтерметалідів	Хімічний склад сплавів мас. %			Fe:Si:Al	ρ , г/см ³	T, °C
		Fe	Si	Al			
Аналог СА12-40	-	Ост.	10-15	40-45	-	4,98	1210
Прототип ферросилі коалюміній	-	5-45	15-30	40-75		-	-
Сифераль*)	Fe ₁ Si ₂ Al ₂	33,7	33,7	32,6	1:1:1	4,66	1000-1050
ФС30А30	Fe ₂ Si ₃ Al ₂	44,8	33,6	21,6	2:1,5:1	4,28	1050-1100
ФС30А20	Fe ₁ Si ₃ Al ₄	22,6	33,9	43,5	1:1,5:2	3,75	850-900
ФС30А40	Fe ₂ Si ₃ Al ₄	36,8	27,6	35,6	1,5:1:1,5	4,49	1050-1100

*) - Марочний склад відрізняється від стехіометричного не більш $\pm(2-3)$ %

Таблица 2

Ефективність комплексного розкислювання сталі сплавами вторинного алюмінію

№ п/п	Тип сплаву	Питома витрата, кг/т	Хімічний склад розкислюючого металу, мас. %		Ступінь засвоєння %	
			Si	Al	Si	Al
1.	ФС45	6,0	0,19	-	70,0	-
	АВ87	2,0	-	0,026	-	15,0
2.	ФС30А30	8,0	0,19	0,070	80,0	30,0
3.	ФС25А50	8,0	0,17	0,050	85,0	25,0

Джерела технічної інформації

1. Гасик М.И., Лякишев Н.П., Емлин Б.И. Теория и технология производства ферросплавов. - М.: Металлургия, 1988. - 522с.

2. Белов Б.Ф., Троцан А.И., Харлашин П.С. Структуризация металлургических фаз в жидком и твердом состояниях. Изв. Вузов, ЧМ. - 2002. - №4. - С.70-75.

3. Белов Б.Ф., Троцан А.И., Харлашин П.С., та ін. Свідство про державну реєстрацію прав авторів на твір. ПА №2825 від 29.02.2002р. Методика побудови полігональних діаграм стану бінарних металургійних систем.