

УДК 539.22.26

Є. В. Сліпченко

Запорізька державна інженерна академія, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОГО ФЕРОХРОМУ

Y.V. Slipchenko

ANALYSIS OF METHODS OF RECEIPT LOW CARBON FERROCHROME

Ферохром - сплав заліза і хрому (близько 60 %). Основні домішки - вуглець (до ~5 %), кремній (до 8 %), сірка (до 0,05 %), фосфор (до 0,05 %). Застосовується для виплавки сталей з особливими властивостями, для отримання нержавіючої сталі. Досить успішно застосовується хром при легуванні чавуну. Присадка хрому підвищує межі міцності і плинності сталей. А використання хрому у вуглецевих сталях підвищує їх твердість і зносостійкість.

Ферохром низьковуглецевий. Технологічний процес виплавки ферохрому складається з відновлення оксидів хрому і заліза хромової руди кремнієм ферросилікохрома [1].

Основна кількість низьковуглецевого і безвуглецевого ферохрому виробляють різними силікотермічними способами. Шляхом відновлення кремнієм силікохрому окислів хромової руди в присутності флюсу - вапна. Силікотермічним відновлення окису хрому при виробництві безвуглецевого ферохрому протікає за схемою:



Тепло, що виділяється в результаті силікотермічної реакції відновлення, недостатньо для проведення процесу поза піччю, тому 60-70% всієї електроенергії витрачається на розплавлення и компенсацію теплових витрат. Так як у міру накопичення в шлаку кремнезему подальше відновлення окису хрому утруднюється, в шлак вводять вапно, що зв'язує SiO₂ в міцні силікати по реакції:



Завдяки цьому процес відновлення протікає більш повно. Найбільш оптимальні умови процесу забезпечуються при основності шлаку (CaO / SiO₂) рівній 1,8-1,9. З підвищенням основності зменшується. Активність кремнезему в шлаку и процес відновлення полегшується. При основності більше 1,9 виникають умови для утворення в шлаку згустків, схожих по складу до хроміту кальцію Cr₂O₃ • SiO₂, умови відновлення хрому погіршуються. При цьому значно збільшується кратність шлаку. Втрати хрому зі шлаком зростають, хоча процентний вміст його в шлаку підвищується, але збільшується маса шлаку. Паралельно з розглянутими в печі відбуваються процеси відновлення окислів кальцію, магнію, фосфору, сірки та інших елементів, про що свідчить присутність їх у сплаві [2].

Також у світовій практиці набув поширення метод отримання низьковуглецевого ферохрому змішанням поза печі рудно-вапняного розплаву з ферросилікохромом, який може бути описаний реакціями, характерними для пічного методу виплавки ферохрома. Цей метод характеризується низкою особливостей.

На стадії плавлення хромової руди і вапна через відсутність металевої фази і високого окисного потенціалу системи вміст вуглецю в розплаву зазвичай не перевищує 0,06 - 0,08%. У процесі змішання відсутні графітовані електроди - одне з джерел поступлення вуглецю в ферохром.

У ході змішування розплавів виділяється більша кількість тепла внаслідок екзотермічності реакції відновлення хрому і заліза кремнієм ферросилікохрома, а також взаємодії CaO з SiO₂. Надлишок цього тепла дозволяє використовувати тверді добавки

рудної частини шихти і металевих відходів в ході змішування, а в результаті - значно знизиться питома витрата електроенергії і підвищити продуктивність процесу.

Методу змішування розплавів притаманні високі кінетичні параметри взаємодії компонентів у системі рудно-флюсовий розплав / феросилікохром, завдяки чому швидкість відновлення оксидів хрому і заліза феросилікохрома в початковій стадії псевдозмішування рафінування утвореного низьковуглецевого ферохрому від кремнію незрівнянно вище, ніж при пічному варіанті.

Процес характеризується високим корисним використанням кремнію: 95,0 - 98,0% при використанні рідкого відновника і ~ 99,0% при використанні твердого феросилікохрома. Витяг хрому з рудної частини шихти залежно від способу змішування становить 80,0 - 95,0%. Існує кілька технологічних схем процесу змішування компонентів плавки в ковші (при не змінюванні технологію виплавки PIP). Технологія двостадійного змішування розплавів з до відновленням хрому з проміжного шлаку першої стадії 45,0% рідким феросилікохрома [3].

При одностадійному пічному способі одержання низьковуглецевого ферохрому плавку ведуть в електропечах потужністю 5000 кВ·А з ванною, яка нахилиється, футерованою магнезитовою цеглою. Технологія плавки складається з наступних операцій:

- 1) заправка ванни;
- 2) завантаження на подину всієї наважки феросилікохрому першої колоші, набір навантаження і завалка рудно-вапнякової частини шихти;
- 3) розплавлення першої завалки шихти;
- 4) завантаження феросилікохрому другої завалки і рудно-вапнякової частини шихти;
- 5) розплавлення другої завалки шихти;
- 6) випуск шлаку і металу.

Нижче приведені основні положення технології виплавки низьковуглецевого ферохрому за діючою технологією на ВАТ «ЧЕМК». Хромова руда, яка надходить на комбінат, (0,003% P) розсівається на грохоті з виділенням для плавки фракції менш 30 мм. Вапно одержують шляхом випалу вапняку в обертових барабанних печах. При виплавці ферохрому класу «А» вміст фосфору у вапні не повинен перевищувати 0,006%. Феросилікохром (0,030% P) використовують фракції 20-40 мм. Фракція – дріб'язок, яка утворюється при дробленні злитків феросилікохрому і містить підвищену кількість вуглецю (у виді SiC), у плавку не застосовується.

Електричний режим підтримують регуляторами, які працюють за принципом порівняння струму електрода з фазовою напругою. Плавку ведуть на 3-му ступені. Виплавка низьковуглецевого ферохрому включає два періоди: після проведення 1-го періоду з печі випускається шлак, після 2-го – метал і шлак [4].

Література

1. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. – М.: ИКЦ«Академкнига», 2005. – 768 с.
2. Рысс, М.А. Производство ферросплавов / Рысс М.А. – М.: «Металлургия», 1975. – 336 с.
3. Электрометаллургия стали и ферросплавов: учебник для вузов / Д.Я. Поволоцкий, В.Е. Рощин, М.А. Рысс, А.И. Строганов. – М.: «Металлургия», 1974. – 550 с.
4. Гасик, М.И. Теория и технология производства ферросплавов / М.И. Гасик, Н.П. Лякишев, Б.И. Емлин. – М.: Металлургия, 1988. – 784 с.