

Найдек В.Л., Мельник С.Г., Курпас В.И.

(ФТИМС НАН України, г. Київ)

РАФИНИРОВАНИЕ СТАЛИ ЖИДКИМИ ШЛАКАМИ

E-mail: opprs@ptima.kiev.ua

В XXI веке, как и предполагалось [1], сталь остается основным наиболее востребованным конструкционным материалом. При ее производстве неизбежно образуется большое количество технологических отходов, в том числе и в основном это сталеплавильные шлаки (от 100 до 300 кг/т стали). При выплавке 1 т кислородно-конвертерной стали со шлаком теряется до 40 кг железа в виде оксидов, скрапин и корольков [2], а также минеральная составляющая шлака. В связи с этим представляется актуальной и необходимой разработка новых технологий, включающих повторное использование сталеплавильных шлаков при производстве металлопродукции. Одним из направлений энергосбережения является применение для рафинирования стали активных шлаковых расплавов, которые формируют в сталеразливочном ковше с использованием жидких конечных шлаков и твердых кусковых шлаковых смесей на основе CaO с добавками различных компонентов. Полезное использование теплового и физико-химического потенциала этих шлаков может быть осуществлено формированием рафинировочного шлакового расплава в сталеразливочном ковше по ходу выпуска плавки или синтезированием его в специальном агрегате – шлаковом реакторе конвертерного типа, позволяющем разделить шлаковый расплав и металлический продукт восстановительного рафинирования шлака. В работе [3] автор показал, что до 20 % от общего количества тепла, расходуемого на плавку, уходит на формирование шлака при его образовании в количестве 100 кг/т стали. Сохранение физического тепла жидких сталеплавильных шлаков, которое по нашим расчетам составляет в среднем 2,0 ГДж/т шлака, является несомненным преимуществом применения их в металлургическом производстве.

Эффективность рафинирования стали исследовали при десульфурации конвертерной стали 10Г2ФБ, предназначенной для газопроводных труб большого диаметра. Обычно эффективность десульфурации металла при рафинировании обработкой добавочными материалами связывают с кислородными потенциалами металлической и шлаковой фаз, формированием основных шлаков и характеризуют термодинамическим или фактическим коэффициентом распределения серы между фазами L_S и сульфидной ёмкостью шлака C_S , связанных между собой известной зависимостью:

$$L_S = \frac{(S)}{[S]} = \frac{C_S}{a_{[O]}} \quad (1)$$

где (S), [S] и $a_{[O]}$ – содержание серы в шлаке, в металле и активность кислорода в металле, соответственно.

Для реакций обменного типа, учитывая, что активность серы в шлаке $\alpha_{(S^{2-})}$ по определению $\alpha_{(S^{2-})} = f_{S^{2-}} \cdot (s)$, где $f_{S^{2-}}$ – коэффициент активности серы в шлаковой фазе, получаем выражение для константы равновесия реакций K_S :

$$K_S = \frac{f_{S^{2-}}^2 \cdot (S)^2}{a_{(O^{2-})}^2} \cdot \frac{P_{\{O_2\}}}{P_{\{S_2\}}}, \quad (2)$$

где $P_{\{O_2\}}$ и $P_{\{S_2\}}$ – парциальные давления кислорода и серы в газовой фазе.

Из определения сульфидной емкости шлака C_S с учетом уравнения (2) получаем:

$$C_s = \frac{\sqrt{K_s} \cdot (\alpha_{O^{2-}})}{f_{S^{2-}}} \quad (3)$$

Для стали 10Г2ФБ, выплавленной с применением для рафинирования активных шлаковых расплавов, получено, что с увеличением C_s от 0,01 до 0,05 величина L_s увеличивается с 30 до 42.

Литература:

1. Патон Б.Е. Мировые тенденции развития сталеплавильного производства в XXI веке // Труды Международной конф. «Черная металлургия России и стран СНГ в XXI веке». – М.: Металлургия, 1994. – Т. 2. – С.160...165.
2. Бигеев А.М. Металлургия стали. – М.: Металлургия, 1988. – 450 с.
3. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавильных процессов. – К. – Донецк: Вища школа, 1986. – 280 с.