

\* - в скобках – стехиометрический состав интерметаллидов; температуры образования, плавления и плотность, соответственно;

\*\* -  $V_0$  – основность шлака;  $A_S$  и  $A_{P_2O_5}$  - адсорбционная емкость шлака по сере и фосфору, соответственно;  $T_l$  – температура ликвидуса

Использование бесфтористых рафинировочных шлаков и комплексных сплавов ферросиликоалюминия и ферросиликокальция при ковшевой обработке повышает степень десульфурации, раскисления и усвоения химически активных элементов (кремний, алюминий, кальций), а также способствует глобуляризации и снижению загрязненности стали неметаллическими включениями.

### Список литературы

1. Белов Б.Ф. Теория МГС - фаз и ее применение для разработки рафинировочных шлаков / Б.Ф.Белов, А.И.Троцан, И.Л.Бродецкий и др. // ОАО «Черметинформация». Бюл. «Черная металлургия». – 2014. – №4. – С.34-41.

УДК 669-154:669.162.2

**А. И. Белькова, А. С. Скачко, А. Ю. Гринько**

Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины, Днепропетровск

### **КРИТЕРИИ И СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ УСЛОВИЙ СОГЛАСОВАНИЯ РАСПЛАВОВ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ**

Одним из приоритетных направлений в оптимизации свойств расплавов является решение проблемы достоверности расчета термодинамических свойств многокомпонентных систем, поскольку они лежат в основе управления процессом выплавки чугуна требуемого качества.

Основными термодинамическими параметрами, контролирующими эффективность и степень завершенности ионообменных процессов в системе «металл-шлак», образовавшейся в горне доменной печи, являются коэффициенты распределения элементов. Поэтому для оценки реакционной способности компонентов металлических и шлаковых систем и разрешения вопросов межфазного распределения элементов в многокомпонентной системе важное значение имеет определение численного значения активности компонентов в системе.

В итоге, после систематизации опубликованных экспериментальных данных об активностях компонентов металлических и шлаковых расплавов с учетом компонентности расплава предложены модели для расчета коэффициентов активности компонентов в чугуне  $f_{[X]}$  и в шлаковом расплаве  $f_{(X)}$ :

$$\lg f_{[X]} = 1.21 \cdot (\rho_{l[X]} + Z^Y \cdot Z_{q[X]}^Y) - 5.64$$

$$\lg f_{(X)} = 3.1 \cdot (\rho_{l(X)} + Z^Y \cdot Z_{0(X)}^Y) - 18.16$$

Здесь  $Z^Y$  – химический эквивалент, суммирующий данные об эффективных зарядах всех компонентов металлического или шлакового расплава;  $\rho_{l[X]}$  и  $\rho_{l(X)}$  – средняя зарядовая плотность элемента соответственно в металлическом или шлаковом расплаве;  $Z_{q[X]}^Y$ ,  $Z_{0(X)}^Y$  – зарядовое состояние элемента  $X$  в расплаве чистого компонента.

Активность компонента в металлическом и шлаковом расплаве вычисляется по известным формулам:  $a_{[X]} = f_{[X]} \cdot X$ ,  $a_{(X)} = f_{(X)} \cdot X$ , где  $X$  – содержание компонента в расплаве.

Таким образом, на основе разработанной методики получены прогнозные модели для расчета коэффициентов распределения элементов и равновесного коэффициента распределения серы между чугуном и шлаком, а также серопоглотительной способности шлака:

$$L_S = f(a_{[S]}, a_{(S)})$$

$$L_{Si} = f(a_{[Si]}, a_{(SiO_2)})$$

Для проверки адекватности коэффициентов распределения серы и кремния между продуктами плавки, прогнозируемых в зависимости от показателей шихты и дутьевого режима, используется условие согласования химических составов расплавов в горне доменной печи, реализованное в виде соответствующей зависимости  $Z_{IV}^Y / Z_{III}^Y = f(\rho / \Delta e)$  [1], где  $\rho$  – показатель стехиометрии шлакового расплава,  $\Delta e$  – химический эквивалент состава шлака.

Поскольку в производственных условиях кроме химических характеристик системы «металл-шлак» на процессы распределения активно влияют температурные условия плавки, в частности, тепловое состояние горна, в условии согласования необходимо учитывать температурно-тепловой потенциал нижней части печи, зависящий от технологического режима доменной плавки. Так, соответствующая зависимость для условий ДП №9 выглядит следующим образом:

$$\frac{Z_{\text{ч}}^Y}{Z_{\text{ш}}^Y} = 0,68 - 0,516 \frac{\rho}{\Delta e} + 0,00016 \tilde{T}_{\text{фз}}, \quad R=0,84$$

где  $\tilde{T}_{\text{фз}}$  – температурный критерий состояния фурменной зоны печи, рассчитываемый как среднее значение температуры чугуна ( $T_{\text{ч}}$ ) и теоретической температуры горения ( $T_{\text{т}}$ ):  $\tilde{T}_{\text{фз}} = (T_{\text{ч}} + T_{\text{т}})/2$ .

### Список литературы

1. *Тогобицкая Д.Н.* Моделирование процессов взаимодействия расплавов в восстановительных условиях доменной плавки / Д.Н. Тогобицкая, А.И. Белькова, А.Ю. Гринько // Математичне моделювання. – Дніпродзержинськ. – 2011. – №2(25). – С. 54-59.

УДК 669.184

**В. С. Богушевский, А. Э. Скачок**

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев

### КОНТРОЛЬ ШЛАКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОДУВКЕ КИСЛОРОДНО- КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ

Целью исследований является повышение качества управления плавкой за счет выбора рационального критерия шлакообразования.

Анализ автокорреляционных функций  $R_{xx}(\tau)$  флуктуаций давления отходящих газов в разные периоды плавки показывает, что в начале продувки пульсации давления имеют ярко выраженную периодическую составляющую с периодом  $T_0 = 0,6$  с. Начиная со второго периода плавки характер пульсаций резко изменяется, амплитуда составляющей с периодом колебаний  $T_0$  значительно уменьшается. В этот же период происходит вспенивание шлака, о чем можно судить по уменьшению разбрызгивания металла и изменению характера интенсивности шума. Для выделения из общего сигнала о давлении отходящих газов полезной составляющей в виде периодической функции с частотой  $\omega_0 = 2\pi/T_0$  неизвестной амплитуды и фазы разработано устройство фильтрации (рис. 1).