

С.Г. Мельник

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

Тел. 424-25-50, e-mail: opprs@ptima.kiev.ua

### АКТИВНОСТЬ ИОНОВ КИСЛОРОДА В РАФИНИРОВОЧНЫХ ШЛАКАХ ДЛЯ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

Применение технологии производства качественных сталей с внепечным рафинированием предварительно подготовленными шлаками позволяет достигнуть снижения содержаний серы, фосфора и неметаллических включений в металле, что улучшает служебные характеристики и конкурентоспособность сталей.

Вместе с тем, на эффективность рафинирования стали активными шлаками существенное влияние оказывает химический состав шлаков. Для шлаков системы  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , являющейся основой металлургических рафинирующих шлаков при производстве стали, увеличение концентрации  $\text{CaO}$  и снижение концентрации  $\text{SiO}_2$  способствуют повышению рафинирующей способности шлаков. Так, при ковшовом полиреагентном рафинировании трубной стали 10Г2ФБ, включающем обработку ее нейтральным газом аргоном, модифицирование силикокальцием и рафинирование активным шлаком с присадкой твердой шлакообразующей смеси ТШС из извести и плавикового шпата получена следующая зависимость сульфидной емкости шлака  $C_{(S)}$  от концентрации в шлаке оксида кальция (%  $\text{CaO}$ ) [1]:

$$C_{(S)} = 3,1 \cdot 10^{-3} (\% \text{CaO}) - 0,17 \quad (1)$$

с коэффициентом корреляции  $r = 0,88$  и коэффициентом надежности  $\mu = 18,2$ .

Сульфидная ёмкость шлаков  $C_{(S)}$  может служить характеристикой в общем виде определяется по известным выражениям [2]:

$$C_{(S)} = (S) \cdot \left( \frac{P_{O_2}}{P_{S_2}} \right)^{1/2} = \frac{\sqrt{K_S} \cdot (\alpha_{O^{2-}})}{f_{S^{2-}}}, \quad (2)$$

где  $(S)$  – содержание серы в шлаке;  $P_{O_2}$  и  $P_{S_2}$  – парциальные давления кислорода и серы в газовой фазе;  $K_S$  – константа равновесия реакции обменного типа, определяемая по значениям активностей и парциальных давлений серы и ки-

кислорода в шлаковой и газовой фазах;  $f_{S^{2-}}$  - коэффициент активности ионов серы в шлаковой фазе;  $\alpha_{O^{2-}}$  - активность ионов кислорода в шлаковой фазе.

Значения  $C_{(s)}$  сталеплавильного жидкого шлака могут быть определены при помощи оптической основности шлака  $\Lambda$  с привлечением концепции Даффи и Ингрэма [3] по уравнению

$$\lg C_{(s)} = \frac{22690 - 54640 \cdot \Lambda}{T} + 43,6\Lambda - 25,2, \quad (3)$$

где  $\Lambda$  – оптическая основность шлака;  $T$  – абсолютная температура, К.

Из равенства (2) следует прямая зависимость рафинирующей способности шлака, определяемой значениями сульфидной емкости  $C_{(s)}$  от термодинамической активности ионов кислорода в шлаковом расплаве.

Относительную активность ионов кислорода в шлаке системы  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ , определяли методом Э.Д.С. в лабораторных условиях [4].

Результаты исследований [4] показывают, что при содержании ( $\text{SiO}_2$ ) в расплаве примерно до 20 % величина относительной активности иона кислорода  $\alpha_{O^{2-}}^*$  достаточно высока, что соответствует анионно-катионной структуре расплава. С ростом содержания ( $\text{SiO}_2$ ) наблюдается значительное снижение значений активности иона кислорода  $\alpha_{O^{2-}}^*$ . В интервале концентраций ( $\text{SiO}_2$ ) от 65 до 100 %, которому соответствует величина относительной активности иона кислорода  $\alpha_{O^{2-}}^* \approx 5 \cdot 10^{-3}$ , преобладает каркасная структура расплава на основе анортита, геленита и кристобалита, чем и объясняются малые значения  $\alpha_{O^{2-}}^*$  в этой области шлаковых расплавов системы  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  и пониженная рафинирующая способность шлаков.

### Список литературы

1. Тарасевич Н.И., Мельник С.Г., Якобше Р.Я. и др. Технология производства конвертерной стали с полиреагентным рафинированием. – К. – Информлитъе, 2010. – 262 с.
2. Мельник С.Г. Сульфидная ёмкость активных рафинировочных шлаков при производстве конвертерной стали с применением ТШС // Металл и литьё Украины. – 2000. – № 3-4. – С. 30-31.

3. Соммервиль И.Д. Измерение, прогноз и применение ёмкостей металлургических шлаков // Труды конф. «Инжекционная металлургия' 86»: Пер. с англ. - М.: Металлургия, 1990. – С.107-120.

4. Евтюхина И.А., Мельник С.Г., Байдов В.В. Активность иона кислорода в шлаковых расплавах // Теория металлургических процессов. Тематический отраслевой сборник МЧМ СССР. – М.: Металлургия, 1974. – № 2. – С.90-94.

УДК 669.187.2.621

**С.Г. Мельник, В.И. Курпас, В.Г. Ефимова, С.В. Жук,**

**Е.И. Быков, А.А. Сычевский**

Физико-технологический институт металлов и сплавов

НАН Украины, г. Киев, НТТУ «КПИ», г. Киев

Тел. 424-25-50, e-mail: [opprs@ptima.kiev.ua](mailto:opprs@ptima.kiev.ua)

### **ИЗМЕНЕНИЕ ОКИСЛЕННОСТИ УГЛЕРОДИСТЫХ И НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ КОНВЕРТЕРНЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКЕ**

В последнее время при производстве стали применяют важный параметр – окисленность стали, который используют в качестве технологического параметра при управлении процессами выплавки стали заданного химического состава. Окисленность стали, которая показывает наличие в металлическом расплаве свободного, или активного, кислорода, оказывает значительное влияние на физико-химические процессы, протекающие при раскислении, обработке нейтральными газами и модифицировании стали в сталеразливочном ковше после выпуска из плавильного агрегата перед непрерывной разливкой на МНЛЗ. Знание окисленности стали позволяет повысить эффективность управления процессами внепечной обработки стали.

Окисленность стали определяли с помощью устройства контроля окисленности стали УКОС-1. В основу определения окисленности стали положен метод Э.Д.С., который обеспечивал измерение электродвижущей силы (Э.Д.С.), возникающей в электрохимической ячейке при контакте датчика окисленности и электрода сравнения (Мо) с жидкой сталью.

Проведенными замерами окисленности конвертерной углеродистой стали Зсп установлено снижение активного кислорода в стали от начального значе-