

В. С. Богушевский, В. Ю. Сухенко, Я. Д. Чернушевич
Национальный технический университет Украины “КПИ”, Киев

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛА В КОНВЕРТЕРЕ В ПРОЦЕССЕ ПРОДУВКИ

Введение. Разовые замеры температуры металла термопарами погружения являются доминирующим методом контролю температуры в сталеплавильных агрегатах [1, 2]. Непрерывное измерение температуры более предпочтительно с точки зрения управления процессом. При этом долговечность измерительного устройства определяется главным образом стойкостью керамического наконечника, который защищает горячий спай от разрушения в жидком металле.

Постановка задачи. Исследовать возможность непрерывного контроля температуры ванны в процессе продувки конвертера косвенным методом.

Результаты исследований. В основе метода лежит определение тока термоэлектродной эмиссии с поверхности расплавленного металла, величина которого связана с температурой металло-шлаковой эмульсии и работой выхода электронов. Измерение токов проводимости в режиме насыщения между электродом, находящимся над конвертером, и металлом при равных положительном и отрицательном напряжении на электроде позволяет определить ток термоэмиссии с поверхности металла, а измерение контактной разности потенциалов между электродом и металлом позволяет определить работу выхода электронов с поверхности металла во время продувки.

Электрический ток в факеле кислородного конвертера обусловлен наличием в нем ионов и электронов. Ввиду более низкой подвижности ионов по сравнению с электронами ток проводимости в режиме насыщения ограничивается ионной составляющей тока плазмы.

При отрицательном относительно ванны напряжении на электроде ток насыщения равен

$$I_1 = 2S_э j_и, \quad (1)$$

где I_1 – ток насыщения при отрицательном напряжении на электроде, А; $S_э$ – площадь эмитирующей поверхности электрода, определяемая его геометрией, м²; $j_и$ – плотность ионного тока, А/м².

При положительном напряжении на электроде происходит кажущееся увеличение ионного тока на величину тока термоэмиссии с поверхности металла

$$I_2 = 2[(S_M + S_x)j_{и} + S_M j_T], \quad (2)$$

где I_2 – ток насыщения при положительном напряжении на электроде, А; S_M – площадь эмитирующей поверхности металла, определяемая геометрией конвертера, м²; S_x – площадь холодной (неэмитирующей) поверхности, электрически контактирующей с эмитирующей поверхностью, определяемая конструкцией конвертера и местом расположения электрода, м²; j_T – плотность термоэмиссионного тока, А/м².

Поверхностная плотность термоэмиссионного тока насыщения определяется температурой металла и работой выхода эмиттера из соотношения Ричардсона-Дешмана

$$j_T = \alpha_0 T^2 \cdot \exp[-A/(kT)], \quad (3)$$

где α_0 – ричардсоновская термоэлектрическая постоянная, А/(м² · К²); T – температура металла, К; A – работа выхода электронов из металла, Дж; k – постоянная Больцмана, Дж/К

С учетом соотношений (1) – (3) находят температуру металла из выражения

$$\alpha_0 T^2 \cdot \exp[-A/(kT)] = \frac{I_2}{2S_M} - \left(\frac{1}{2S_M} - \frac{S_x}{2S_M S_3} \right) I_1. \quad (4)$$

Выводы. Непрерывное определение тока термоэлектродной эмиссии с поверхности расплавленного металла позволяет контролировать его температуру в процессе продувки.

Список литературы

1. Чернега, Д. Ф. Основы металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д. Ф. Чернега, В. С. Богушевський, Ю. Я. Готвянський та ін.; За ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
2. Богушевський В.С., Сергеева К.О. Методи вимірювання температури сталі у конвертері К.О. Сергеева // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки», – 2011 – випуск № 33 – С. 31 – 33.