

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

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).

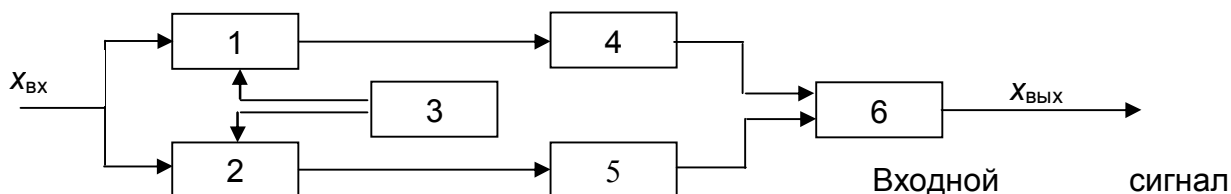


Рис. 1. Блок-схема преобразующего фильтра: 1, 2 – блоки умножения; 3 – генератор периодического сигнала; 4, 5 – частотные дифференциальные интеграторы; 6 – функциональный блок

устройства можно представить в виде суммы полезного сигнала и шума

$$x_{\text{вх}} = A_1 \sin \omega_0 \tau + A_2 \cos \omega_0 \tau + x_{\text{ш}}(\tau), \quad (1)$$

причем амплитуда полезной составляющей находится из выражения

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}. \quad (2)$$

Выходной сигнал фильтра пропорционален интегралу от изменения амплитуды пульсаций давления отходящих газов с частотой  $\omega_0$ . Выходной сигнал фильтра градуируется в относительных единицах так, что значение параметра фильтра изменяется в пределах от 0 до единицы.

Полученные результаты могут быть использованы для управления процессами шлакообразования в ходе конвертерной плавки. Кроме того, введение в систему определения содержания углерода в ванне [4] параметра  $\beta$  в качестве корректирующего фактора позволило увеличить с 76 до 85 % количество плавов с ошибкой не превышающей 0,04 % абсолютных углерода, и тем самым повысить точность управления.

Выявлена связь между амплитудно-частотной информацией о пульсации давления продуктов горения углерода и характером шлакообразования в ванне по ходу продувки. Установлено, что по уменьшению амплитуды можно определить период вспенивания шлака.

### Список литературы

1. Бойченко Б. М., Охотський В. Б., Харлашин П. С.: Підручник / Конвертерне виробництво сталі (теорія, технологія, якість сталі, конструкція агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія). – Дніпропетровськ: РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004. – 454 с.

2. *Bogyshevskiy V., Sharbatian M., Sukhenko V.* System for the BOF Process Control // The advanced Science open access Journal. – V. 5. – 2013. – P. 23 – 27.

3. *Охотский В. Б., Рубан В. В.* Инфразвук в шуме продувки в конвертере // Известия вузов. Чер. металлургия. – 1990. - № 6. – С. 24 – 26.

4. *Богушевський В. С., Зубова К. М.* Математичне моделювання конвертерного процесу за енергозберігаючою технологією // Технологічні комплекси. – 2013. – № 2 (8). – С. 32 – 38.

5. *Богушевський В. С., Сергеева К. О.* Модель доводки киснево-конвертерної плавки сталі за заданою температурою і вмістом вуглецю // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2014. – №2. – С. 39 – 45.

УДК 669.184:001.891.573

**В. С. Богушевский, В. Ю. Сухенко**

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Киев

## **КОНТРОЛЬ УРОВНЯ РАСПЛАВА В ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ**

В настоящее время уровень жидкого металла в индукционных печах контролируется с использованием подвижного контактного электрода. Недостатком этого устройств является нестабильность контроля, связанная с изменением длины электрода в процессе эксплуатации (длина электрода увеличивается из-за «намерзания» на нем переплавляемого металла).

Целью исследований является повышение точности контроля уровня металла.

Результаты исследований. Переменный поток  $\bar{\Phi}_1$ , создаваемый током индуктора, индуцирует в садке вторичный ток, создающий магнитный поток  $\bar{\Phi}_2$ , компенсирующий поток  $\bar{\Phi}_1$ . Суммарный магнитный поток  $\bar{\Phi}_\Sigma$ , Вб, равный

$$\bar{\Phi}_\Sigma = \bar{\Phi}_1 + \bar{\Phi}_2, \quad (1)$$

наводит в измерительном витке, расположенном над индуктором и используемом в качестве датчика уровня ЭДС индукции  $E$ , В.