

Проанализированы варианты режимов ввода марганецсодержащего материала в увязке с шихтовым, шлаковым и тепловым режимами работы конвертера. В ходе компьютерного моделирования установлено, что применение оксидного марганцевого материала (марганцевый агломерат) в шихте конвертерной плавки позволит достигнуть степени усвоения марганца на уровне 25%, что позволит сократить расход дорогостоящего ферромарганца на раскисление на 0,3-0,4 кг/т.

УДК 669.184.14

**К. Г. Низяев, А. Н. Стоянов, Л. С. Молчанов, А. С. Лантух**

Национальная Металлургическая Академия Украины, Днепр.

## **ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПРОДУВКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИСЛОРОДНОЙ СТРУИ С ЖИДКОЙ ВАННОЙ КОНВЕРТЕРА**

При моделировании взаимодействия кислородной струи с жидкой ванной конвертера выбраны критерии:

- геометрического подобия натурального образца и модели, включая конструктивные особенности кислородной фурмы;

- идентичности динамического воздействия дутья в месте контакта газовой струи с жидкой ванной – число Ньютона  $Ne = \sum i_{O_2} / (m_{\text{в}} g)$ ;

- отношение глубины жидкой ванны и реакционной зоны -  $\frac{h_{\text{в}}}{h_{\text{р.з.}}}$ .

Для определения импульса струи  $i_{O_2}$  использовали уравнения [1]:

$$i_{O_2} = m_{O_2} w_{O_2}, \frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}^2}; \quad (1)$$

$$w_{O_2} = \sqrt{2 \frac{k}{k-1} P_1 v \left[ 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \text{ м/с}; \quad (2)$$

$$m_{O_2} = f \sqrt{2 \frac{k}{k-1} \cdot \frac{P_1}{v} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right]}, \text{ кг/с}, \quad (3)$$

где  $f$  - площадь критического сечения сопла Лавая, м<sup>2</sup>;  $k$  - показатель адиабаты (для двухатомных газов 1,4);  $P_1, P_2$  - давление перед и за соплом соответственно, Па;  $v$  - удельный объем м<sup>3</sup>/кг.

Изменение скорости по оси струи определяли по формулам [2]:

$$\frac{w_{\text{ось}}}{w_{\text{вых}}} = 1 - \exp \left[ - \frac{1}{0,218 \rho^{0,5} \cdot \bar{y} - 1,486} \right], \text{ при } P_{\text{нач}} \leq 6 \cdot 10^5 \text{ Па}; \quad (4)$$

$$\frac{w_{\text{ось}}}{w_{\text{вых}}} = 1 - \exp \left[ - \frac{1}{0,1908 \rho^{0,5} \cdot \bar{y} - 1,5172} \right], \text{ при } P_{\text{нач}} \geq 7 \cdot 10^5 \text{ Па}; \quad (5)$$

где  $\bar{\rho} = \frac{\rho_{\text{окр}}}{\rho_{\text{вых}}}$  - параметр неизотермичности;  $\bar{y}$  - расстояние от среза сопла, калибры.

Для расчета глубины реакционной зоне в конвертере использовали выражение:

$$\begin{aligned} \bar{L} = & -\frac{2\bar{h}_{\Phi}}{3} + \left\langle \left[ \left( \frac{\bar{h}_{\Phi}}{3} \right)^3 + \frac{f}{2} \right] + \left\{ \left[ \left( \frac{\bar{h}_{\Phi}}{3} \right)^3 + \frac{f}{2} \right]^2 - \left( \frac{\bar{h}_{\Phi}}{3} \right)^6 \right\}^{\frac{1}{2}} \right\rangle^{\frac{1}{3}} + \\ & + \left\langle \left[ \left( \frac{\bar{h}_{\Phi}}{3} \right)^3 + \frac{f}{2} \right] - \left\{ \left[ \left( \frac{\bar{h}_{\Phi}}{3} \right)^3 + \frac{f}{2} \right]^2 - \left( \frac{\bar{h}_{\Phi}}{3} \right)^6 \right\}^{\frac{1}{2}} \right\rangle^{\frac{1}{3}}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $f = 2 \cos^2 \alpha \bar{l}_h^2 K / \pi$ ,  $\bar{L} = L / d_{\text{вых}}$ ,  $\bar{l}_h = l_h d_{\text{вых}}$ ,  $l_h$  - длина начального участка кислородной струи, м;  $d_{\text{вых}}$  - диаметр выходного сечения сопла Лавая, м;  $h_{\Phi}$  - высота положения фурмы над жидкой ванной, м;  $K = \frac{\rho_{\text{вых}} w_{O_2}^2}{\rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot d_{\text{вых}}}$ , - критерий Карзанцева;  $\rho_{\text{вых}}$  - плотность кислорода на выходе из сопла, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{ж}}$  - плотность жидкой металлической ванны, кг/м<sup>3</sup>.

В качестве продувочного газа использовали кислород, моделирующей жидкости - воду.

Глубину реакционной зоны на модели определяли экспериментально при различных дутьевых режимах.

Результатами расчета и сопоставления с экспериментальными данными показано, что подобие процесса кислородной продувки на модели 60-т конвертера ПАО

«ЕВРАЗ ДМЗ», выполненной в масштабе 1:10, достигается при следующих параметрах:

- давление кислорода перед соплом -  $2 \cdot 10^5 - 2,5 \cdot 10^5$  Па;
- положение фурмы 30 – 40 калибров.

### Библиографический список

1. Щукин А.А. Теплотехника / А.А. Щукин, И.Н. Сушкин, Р.Г. Зах, Б.И. Бахмачевский, Г.П. Лызо. – М.: Металлургия, 1973. – 479 с.
2. Охотский В.Б. Модели металлургических систем. – Днепропетровск: «Системные технологии», 2006. – 287с.

УДК 669.184.244.66

**С.П. Пантейков**

Днепропетровский государственный технический университет, г. Каменское

## **ХОЛОДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОШЛАКОВАНИЯ ФУТЕРОВКИ КОНВЕРТЕРА ВЕРХНЕЙ ШЕСТИСОПЛОВОЙ ФУРМОЙ**

Технология раздувки конечного конвертерного шлака на футеровку конвертеров с целью повышения её стойкости позволяет достигать **22726 плавов за кампанию (фирма “Wisco”, Shanghai) [1] и более, поэтому в настоящее время получила очень широкое распространение в мире.**

Для успешной реализации процесса нанесения шлакового гарнисажа на футеровку конвертера одним из ключевых факторов является оптимальное выполнение операции раздувки. Если при верхней кислородной продувке необходимо обеспечить минимальный брызговынос металла из реакционных зон, то при выполнении технологии нанесения шлакового гарнисажа на футеровку конвертера раздувкой азотными струями конечного шлака важно организовать в максимальной степени направленный брызговынос шлака на стены конвертера из пределов зон воздействия нейтральных газовых потоков на шлаковую ванну малой высоты (глубины) в сравнении с большой высотой (глубиной) металла и вспененного шлака при кислородной продувке.