

рода, присутствуют $Fe_{нас.С.}$ и/или Fe_3C . Далее процесс может развиваться по трем гипотетическим схемам:

а) образующиеся атомы хрома растворяются в $Fe_{нас.С.}$, в результате формируется совместный металлический раствор;

б) атомы хрома по механизму замещения легируют цементит, образуя фазу M_3C ;

в) восстановленные атомы хрома взаимодействуют с углеродом, образуя последовательно карбиды $Cr_{23}C_6 \rightarrow Cr_7C_3 \rightarrow Cr_3C_2$, которые могут растворять атомы железа (на разных стадиях).

Не может быть исключен вариант параллельной реализации указанных схем. Термодинамическое моделирование некоторых возможных вариантов организации процесса позволяет предположить схему последовательности превращений в изучаемой системе.

УДК. 662.6, 669.162.2, 536.46

В.В. Калинин¹, А.С. Черненко¹, Р.Д. Куземко²

1 – Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, г. Одесса

2 – Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ГОРЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ПРИ ФАКЕЛЬНОМ ТОРКРЕТИРОВАНИИ ФУТЕРОВКИ КИСЛОРОДНОГО КОНВЕРТЕРА

К актуальным задачам создания ресурсо- и энергосберегающих технологий получения конвертерной стали с заданным комплексом свойств относится задача разработки и усовершенствования технологии горячего ремонта и надежного восстановления поврежденной стенки (футеровки) кислородного конвертера. Метод нагрева огнеупорного порошка в факеле горения пылеугольного топлива позволяет обеспечить короткое время между плавками. Однако его внедрение наталкивается на отсутствие четко сформулированных механизмов осуществления устойчивого факельного горения смеси угольной пыли и огнеупорного порошка (смесь доломита и кокса) в кислородосодержащей среде и отсутствие соответствующей физико-математической модели.

Целью работы является развитие теоретических основ вдувания и устойчивого факельного горения смеси угольной пыли и огнеупорного порошка взятого в из-

бытке; разработка физико-математической модели факельного горения ПУТ, динамики движения и разогрева частиц огнеупорного порошка в полости конвертера после выпуска из сопла торкрет-фурмы. Задачи работы: 1. проведение комплексного анализа механизмов вдувания, разогрева и горения пылеобразной торкрет-массы, процессов тепломассообмена и динамики движения фаз в полости кислородного конвертера; 2. исследование влияния параметров порошка торкрет-массы и газообразных компонент на процессы факельного горения угольной пыли с огнеупорным порошком; 3. определение характеристик размягчения и налипания на стенку конвертера размягченных частиц огнеупорного порошка.

В результате проведенных исследований для описания факельного горения коксовых частиц и нагрева частиц огнеупорного порошка разработана физико-математическая модель, представляющая систему жестких обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{c_c \rho_c d_c}{6} \cdot u_c \frac{\partial T}{\partial x} = q_{ch} - q_g - q_w, \quad (T > T_g, T > T_w);$$

$$\frac{c_f \rho_f d_f}{6} \cdot u_f \frac{\partial T_f}{\partial x} = -q_{g,f} - q_{w,f}, \quad (T_f < T_g);$$

$$-\frac{1}{2} \rho_c \cdot u_c \frac{\partial d_c}{\partial x} = W_c, d_c(x=0) = d_{cb};$$

$$-\frac{1}{2} \rho_f \cdot u_f \frac{\partial d_f}{\partial x} = 0, d_f(x=0) = d_{fb};$$

$$c_g \rho_g u_g \frac{\partial T_g}{\partial x} = Q_4 W_{CO(IV)} + q_g \frac{S_c}{S - \pi d^3 N / 6 u_g} \frac{N_c}{u_g} +$$

$$+ q_{g,f} \frac{S_f}{S - \pi d^3 N / 6 u_g} \frac{N_f}{u_g}, T_g(x=0) = T_{g,b};$$

$$\begin{aligned}
 -\rho_g u_g \frac{\partial Y_{O_2}}{\partial x} &= W_{O_2(IV)} + j_{O_2s} \frac{S_c}{S - \pi d^3 N / 6 u_g} \frac{N_c}{u_g}, Y_{O_2}(x=0) = Y_{O_2b}; \\
 \rho_g u_g \frac{\partial Y_{CO_2}}{\partial x} &= W_{CO_2(IV)} + j_{CO_2s} \frac{S_c}{S - \pi d^3 N / 6 u_g} \frac{N_c}{u_g}, Y_{CO_2}(x=0) = Y_{CO_2b}; \\
 \rho_g u_g \frac{\partial Y_{CO}}{\partial x} &= -W_{CO(IV)} + j_{COs} \frac{S_c}{S - \pi d^3 N / 6 u_g} \frac{N_c}{u_g}, Y_{CO}(x=0) = Y_{COb}; \\
 \frac{\pi}{6} \rho_c d_c^3 \frac{\partial u_c}{\partial x} &= \frac{F_x u_g}{N_c u_c} - W_C \frac{S_c}{S}, u_c(x=0) = u_{cb}.
 \end{aligned}$$

Главным для обеспечения устойчивого горения на срезе с торкрет – фурмы является начальная температура частиц торкрет-массы $T(x=0) = T_b$, $T_f(x=0) = T_b$, которая должна быть выше критической температуры зажигания [1]. Высокое значение температуры зажигания и затем устойчивого горения достигается при торможении кислородного и пыле-азотного потоков. По центральному каналу торкрет – фурмы подается торкрет-масса (смесь доломита 70 % и кокса 30 %, несущая среда – азот, давление 0.6МПа), а по кольцевому – кислород под давлением 1.5 МПа. На выходе из фурмы эти два потока смешиваются и попадают в полость кислородного конвертера с высокой температурой и высоким содержанием угарного газа, являющиеся результатом предыдущего процесса выплавки стали.

На основе разработанной физико-математической модели в работе проводится анализ и показана при определенных параметрах возможность осуществления устойчивого горения угольной пыли в факеле и нагрева в нем частиц огнеупорного порошка до температуры размягчения, приводятся координатные зависимости концентраций газообразных компонент, температур и скоростей движения частиц торкрет массы.

Список литературы

1. *Kalinchak V.V. and Chernenko A. S. Combustion and Spontaneous Extinction of Porous Carbon Particles in Nitrogen – Oxygen Mixtures at Room Temperature // Combustion, Explosion, and Shock Waves. – 2013. – Vol 49, № 2. – P.196.*