

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Лозович А.В., Житов С.О., Загайнов С.А.*  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург  
*al.lozovich@gmail.com*

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ГАЗОВОГО ПОТОКА НА ТЕМПЕРАТУРУ КОЛОШНИКОВОГО ГАЗА

Целью исследования является оценка влияния развития реакций косвенного восстановления оксидов железа на температуру колошникового газа. Из теории теплообмена в доменной печи [1] известно, что температура колошникового газа может быть рассчитана по уравнению:

$$t_{\text{г}} = t_0 - \frac{G_{\text{ж}} \cdot \tilde{n}_{\text{ж}}}{V_{\text{г}} \cdot \tilde{n}_{\text{г}}} \cdot (t_{\text{ж}0} - t_{\text{жг}}),$$

Кажущаяся теплоемкость шихтовых материалов связана со скоростями химических реакций:

$$\tilde{n}_{\text{ж}} = \tilde{n}_{\text{ж}0} \left( \frac{1}{1 + \frac{\sum q_{\text{ж}} k K_0 e^{-\frac{E}{Rt_{\text{ж}}}} (X - X_{\text{ж}})^n}{a_v S(t_{\text{ж}} - t_{\text{ж}0})}} \right)$$

Уравнения, связывающие температуру колошника с условиями теплообмена:

$$m = \frac{t_0 - t_{\text{ж}}}{t_{\text{ж}} - t_{\text{жк}}},$$
$$m = 0,5 \cdot \left( 1 + \frac{w_{\text{ж}}^{\text{ж}}}{w_{\text{ж}}} \right).$$

Общепризнано, что большинство восстановительных реакций в доменной печи не достигают равновесия. Влияние времени восстановления на отклонение концентрации продуктов реакции от равновесной выражается через скорость реакции:

$$v = \frac{dx}{d\tau} = k(x - x_p),$$

где  $v$  – скорость химической реакции моль/л·сек;  $x$  – концентрация вещества, моль/л;  $x_p$  – равновесная концентрация, моль/л;  $\tau$  – время, с;  $k$  – константа скорости реакции,  $c^{-1}$ .

Интегрирование данного выражения позволяет получить зависимость отклонения концентрации вещества относительно равновесной от времени протекания реакции:

$$x - x_p = e^{k \cdot \tau}$$

Учитывая, что  $k$  отрицательная величина можно сделать вывод, что при увеличении времени степень приближения реакций к равновесию возрастает.

Для оценки возможной причины более низкой температуры колошниковога газа на доменной печи № 7 ОАО «НЛМК» по сравнению с доменной печью № 6 проанализировано время пребывания шихты в печи на 1 метре шахты. Расчет выполнялся в относительных координатах для одинаковой удельной производительности печей. Относительное время рассчитывалось по уравнению:

$$\frac{\tau_i}{\tau} = \frac{V_i}{V_{i \text{ а } \div \text{ è}}} \cdot 24$$

Разработанная методика позволяет сопоставить температуру колошника на доменных печах с различным профилем и разной интенсивностью плавки. Была поставлена задача – выявить причину более низкой температуры колошниковога газа на доменной печи №7 ОАО «НЛМК» объемом 4470 м<sup>3</sup> по сравнению с доменной печью №6 ОАО «НЛМК» 3200 м<sup>3</sup>.

В результате сопоставления установлено, что время пребывания шихты в зоне косвенного восстановления больше на доменной печи № 6. При этом степень использования СО на доменной печи №6 составляет 49%, а на доменной печи №7 – 47%. Следовательно, время, в течение которого протекает реакция  $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2 + Q$ , больше. Кажущаяся теплоемкость на доменной печи №6 составляет 2235 кДж/(м<sup>3</sup>·°С), а на доменной печи №7 – 2284 кДж/(м<sup>3</sup>·°С). Совместно с разницей во времени пребывания это является причиной более низкой температуры колошниковога газа на доменной печи № 7.

Расчеты показали, что температура колошника на доменной печи № 6 выше на 18 °С. Фактически температура выше на 14-20 °С.

**Вывод.** Разработанная методика позволяет оценить влияние развития восстановительных процессов на температуру колошникового газа в доменной печи.

#### **Список источников**

1. Китаев Б.И. Теплотехника доменного процесса / под ред. Б.И. Китаев, Ю.Г. Ярошенко, Ю.Н. Суханов, В.С. Швыдкий. М.: Металлургия, 1978. 248 с.