

О ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОМ РАВНОВЕСИИ СЕРЫ В ГОРНЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

А. В. Ревенко, канд. техн. наук, с.н.с., доц., КМИ НМетАУ

О. А. Ревенко, магистр, НМетАУ

Один из первых объективных анализов поведения серы в доменной печи выполнил академик Павлов М. А. [1]. Особо следует отметить его утверждение о том, что: «При всяких условиях - температуре и составе шлака - устанавливается равновесие между концентрациями серы в чугуна и шлаке ...» [1, с. 114]. Создатель теории термодинамического равновесия Дж. В. Гиббс рассматривая поведение материальных систем, выделял «равновесие» лишь в качестве одного из возможных их состояний. При этом для характеристики возможных состояний материальных систем Дж. В. Гиббс, применил такие термодинамические критерии, как энергия и энтропия, работа и теплота, а также определил количественные характеристики условия равновесия: «... в случае простых механических систем ..., для которых возможен только один вид воздействия на внешние объекты - совершать механическую работу, - функция, выражающая способность системы к такому действию, играет самую существенную роль в теории равновесия и условием равновесия является требование, чтобы вариация этой функции была равна нулю. ... В термодинамических системах (каковыми в действительности являются все материальные системы) ... критерий равновесия ... почти так же прост, как и в случае механических систем» [2, с. 61], [3, с. 108].

Физико-химический процесс перехода серы из чугуна в шлак можно охарактеризовать такими движущими силами, как:

1) модуль разности между фактической $[S]_{\phi}$ и равновесной $[S]$ концентрациями серы в чугуна $\Delta[S] = |[S]_{\phi} - [S]|$; (1)

2) модуль разности между фактической $(S)_{\phi}$ и равновесной (S) концентрациями серы в шлаке $\Delta(S) = |(S)_{\phi} - (S)|$. (2)

При этом потенциал системы исчерпывается при нулевых значениях движущих сил процесса. Данное состояние соответствует моменту достижения фактическими концентрациями серы в чугуна и шлаке равновесных значений. Кроме того, при достижении величинами $\Delta[S]$ и $\Delta(S)$ нулевых значений становится допустимым следующее соотношение

$$\Delta[S] = \Delta(S), \quad (3)$$

которое соответствует достижению состояния равновесия «... между концентрациями серы в чугуна и шлаке ...». На основании этого можно заключить, что представления академика М. А. Павлова о равновесии серы в горне доменной печи находятся в полном соответствии с теорией термодинамического равновесия Дж. В. Гиббса.

Таким образом, оригинальное определение состояния равновесия серы между чугуном и шлаком в горне доменной печи, данное академиком М. А. Павловым, следует признать максимально строгим, предельно точным и емким, соответствующим представлениям Дж. В. Гиббса. Кроме того, принятие академиком М. А. Павловым фактических концентраций серы в чугуна и шлаке в качестве их равновесных значений на основе гипотезы о достижении процессом десульфурации чугуна в горне доменной печи равновесного состояния, позволяет расценивать утверждение о том, что: «При всяких условиях - температуре и составе шлака - устанавливается равновесие между концентрациями серы в чугуна и шлаке...» в качестве постулата академика М. А. Павлова.

Литература

1. Павлов М. А. *Металлургия чугуна : учебник для металлург. вузов. Ч. 2. Доменный процесс* / М. А. Павлов. – 4-е изд. – М. : Metallurgizdat, 1945. – 492 с.
2. Гиббс Дж. В. *Термодинамика. Статистическая механика* / Дж. В. Гиббс. – М.: Наука, 1982. – 584 с.
3. Gibbs J. W. *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances* / J. W. Gibbs // *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences.* - Volume III.- New Haven: Published by the Academy, 1874 to 1878. – P. 108-524.

КОМПЛЕКСНОЕ РАФИНИРОВАНИЕ ПЕРЕДЕЛЬНОГО ЧУГУНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИЯ

Д. О. Гуржий, аспирант, ДГТУ, Е. Н. Сигарев, зав. кафедрой металлургии черных металлов, ДГТУ, Н. Н. Недбайло, нач. конвертерного цеха, ПАО «Днепропетровский МК»

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность создания в рабочем объеме большегрузного заливочного ковша обособленных реакционных зон с отдельным преимущественным удалением в пределах последних кремния с 0,8-1,4% до 0,15-0,30% и серы с 0,040-0,060% до 0,005-0,010% из передельного чугуна перед сталеплавильным переделом.

Промышленная реализация ковшовой обработки передельного чугуна путем продувки через две погружные фурмы кислородно-азотными и азотными струями, несущими во взвешенном состоянии порошкообразную до-