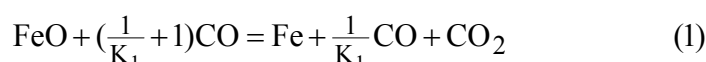


УДК 669.127.44

А.М. Гейн (5 курс, каф. СиС), В.Г. Манчинский, д.т.н., проф.

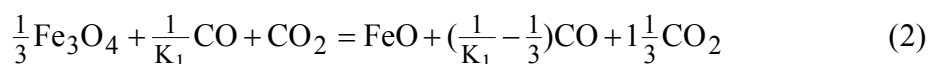
## ОСОБЕННОСТИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ СЛОЯ ЕГО ОКСИДОВ В ПОТОКОЛИМИТИРУЕМОМ РЕЖИМЕ

Целью работы является уточнение условий, при которых может существовать устойчивое восстановление железа из слоя. Пусть исходный слой состоит из равных по числу молей Fe количеств FeO и Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. В расположенный ниже слой FeO поступает CO и взаимодействует вплоть до образования равновесной смеси:



где  $K_1$  - константа равновесия реакции (1).

Строго определенное количество CO и CO<sub>2</sub> поступает в слой Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Устойчивость процесса в целом может быть обеспечена, если в слое Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> так же будет восстановлен 1 моль железа, т.е.



Если количество Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в слое достаточно, чтобы полностью использовать восстановительную способность газа, то будет иметь место потоколимитируемый режим процесса и установится равновесный состав газа для реакции (2). Тогда константа ее равновесия  $K_2$  будет иметь вид:

$$K_2 = 4K_1 / (3 - K_1) \quad (3)$$

Соотношение (3) между  $K_1$  и  $K_2$  возможно только при 640°C, что ранее было установлено отечественными металлургами. Таким образом, устойчивый потоколимитируемый режим восстановления железа из Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и FeO. Ниже 640°C равновесная газовая смесь реакции (1) не в состоянии восстановить один моль Fe из Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> даже при полном использовании ее восстановительной способности. Поэтому в неподвижном слое ограниченной высоты количество FeO будет убывать быстрее, чем Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. В ходе реакции из слоя сначала исчезнет FeO. Покидающий рабочее пространство газ будет равновесным для реакции (2). В непрерывном противоточном процессе через некоторое время весь реакционный объем будет заполнен магнетитом. Реакция восстановления Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – Fe сосредоточится вблизи нижней границы слоя.

Выше 640°C Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> будет исчезать быстрее, чем FeO. В неподвижном слое ограниченной высоты после некоторого времени в реакционном пространстве остается практически только FeO. В непрерывном противоточном процессе реакционное пространство заполняется FeO, а не его верхней границе сосредотачивается процесс Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – FeO, на нижней FeO – Fe.

Таким образом, при температурах, отличающихся от 640°C потоколимитируемый режим для неподвижного слоя будет иметь место только до момента исчезновения одного из оксидов слоя.

Расчет показал, что для реакции (2) коэффициент при Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> равен

$$\alpha = (K_2 - K_1) / (K_1(K_2 + 1)) \quad (4)$$

Он принимает стехиометрическое значение  $\alpha=1/3$  только при  $640^{\circ}\text{C}$ . Поэтому для других температур коэффициент, равный  $1/3$ , не может дать равновесной смеси. Для температур, отличных от  $640^{\circ}\text{C}$ , коэффициент  $\alpha=1/3$  не совместим с равновесием реакции (2). Для других температур в пределах потоколимитируемого режима (до исчезновения одного из оксидов неподвижного слоя)  $\alpha$  принимает следующие значения:  $600^{\circ}\text{C} - 0,155$ ;  $640^{\circ}\text{C} - 0,333$ , т.е.  $1/3$ ;  $685^{\circ}\text{C} - 0,526$ ;  $700^{\circ}\text{C} - 0,594$ ;  $800^{\circ}\text{C} - 1,026$ ;  $900^{\circ}\text{C} - 1,444$ ;  $1000^{\circ}\text{C} - 1,837$ .