

Секция: Технические науки

Ванюков Антон Андреевич

доцент кафедры Теории металлургических процессов и химии

Национальная металлургическая академия Украины

г. Днепр, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ЖЕЛЕЗО УГЛЕРОД СОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИТАХ

Одним из приоритетных направлений в области подготовки металлургического сырья является производство железорудных окатышей, содержащих остаточный углерод. Доменные плавки с использованием таких окатышей показали существенное снижение расхода кокса и повышение производительности печей.

В представленной работе вскрываются основные закономерности углетермического восстановления оксидов железа на примере восстановления экспериментальных образцов железо углеродистых композитов полученных с различным содержанием углерода [1].

Таблица 1

Содержание углерода в композите до и после восстановления

№ Пробы	Содержание углерода % в шихте	С_{остаточный}	Fe_{общ}	FeO
1	10	6,32	58,88	23,52
2	15	9,57	54,80	23,52
3	15	2,97	55,36	38,50
4	7	2,38	56,42	27,67
5	10	6,12	58,16	56,40
6	5	1,57	62,21	44,29
7	6	3,89	57,89	29,78
8	4	0,74	63,50	53,42
9	7	2,14	57,31	14,61

Исследование химического состава композитов было выполнено на термогравиметрической установке с автоматическим контролем потери массы в зависимости от нагрева.

Перед началом опыта рабочее пространство реактора нагревалось до 1000°C и промывалось инертным газом. Исследуемый образец взвешивался, помещался в платиновую корзинку, затем корзинка с исследуемым окатышем подвешивалась на стержне, соединенном с Э2 и Д1 и опускалось в реакционное пространство печи. На реакционную трубку надвигалась печь, нагретая до температуры опыта, установка герметизировалась. Опыт заканчивался тогда, когда прекращалось изменение массы образца. По окончании опыта образец охлаждался до комнатной температуры в токе инертного газа и взвешивался.

Исследование углетермического восстановления окатышей с остаточным углеродом. Эксперименты проведены на термогравиметрической установке при непрерывном нагреве образцов, содержащих остаточный углерод, в токе инертного газа. При температуре 1000°C расход аргона 150 см³/мин. Результаты получены в виде кинетических зависимостей позволивших определить температуру начала интенсивного взаимодействия оксидов железа и остаточного углерода.

Теоретически температура начала прямого восстановления определяется из сравнения термодинамических потенциалов реакций газификации углерода и косвенного восстановления. Для определения использованы данные Казачкова Е.А. [2]:



Эти зависимости пересекаются при $T=955,1 \text{ K}$ (682°C).

Температура начала взаимодействия оксидов железа и остаточного углерода в железо углерод содержащих композитах

Индекс пробы	Температура начала интенсивного взаимодействия, °С	Потеря массы при достижении T, (мг)		Температура обжига окатышей в чаше, °С
		При T _{нач}	При 1100°С	
7В	820	22	122	1000
7С	1000	18	43	1150
7Н	1100	-	15	1180-1200
8В	910	28	255	1000
8С	1000	18	112	1150
8Н	900÷950	22	192	1180-1200
9В	850÷900	13	58	1000
10В	900÷920	9	35	1000и
10С	800÷900	7	26	полученных
10Н	>1050	-	11	1050 1180-1200

Из приведенных данных следует, что заметно восстановление начинается в интервале температур 800-1000°С, а при температурах 1100°С и выше наблюдается резкий скачок скорости восстановления. Различия в температурах начала восстановления, рассчитанных по термодинамическим потенциалам и полученных экспериментально связаны с тем, что вначале процесс восстановления протекает медленно и потери массы незначительны, что при выбранной чувствительности приборов не позволяет фиксировать точно температуру начала углетермического восстановления. Кроме этого на температуру начала углетермического восстановления оказывает влияние содержание углерода и температура обжига окатышей. Из экспериментальных данных таблицы 2 видно, что наиболее активно работает углерод в пробах с низкой температурой обжига 1000°С. При этом наблюдается как снижение температуры начала активного реагирования, так и увеличения глубины

развития реакции при 1100°C. Повышение температуры окислительно-восстановительных процессов в композите, что приводит к появлению расплава и снижению скорости углетермического процесса.

Литература

1. Ковалев Д.А., Ванюкова Н.Д., Ванюков А.А. Исследование факторов, определяющих процесс восстановления СВО твердым углеродом // «Металлургическая и горнорудная промышленность». 2014. №3. С. 16-19.
2. Казачков Е.А. Расчеты по теории металлургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. М.: Металлургия, 1988, 288 с.