

рева и др. // Электromеталлургия. – 2004. - №4. – С. 33-38

3. Стовпченко А.П. Проблема микролегирования стали применительно к получению сварочных проволок / А.П. Стовпченко // Современные проблемы металлургии. Научные труды. Выпуск 1: Днепропетровск, 1999. – С. 133-141.

Рецензент: Б.М. Бойченко
д-р техн. наук, проф., НМетАУ

Статья поступила 02.12.2010

УДК 669.18:669.046.54

Перескока В.В.¹, Камкина Л.В.², Пройдак Ю.С.³, Стовпченко А.П.⁴, Квичанская М.И.⁵

ВОССТАНОВИТЕЛЬНО - ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ПЫЛИ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

В статье рассмотрен комплекс свойств дисперсных железосодержащих отходов (пыли ДСП ОАО ММЗ): результаты химического, элементного и компонентного составов, восстановимость (при использовании различных восстановителей), комкуемость. Приведены результаты термодинамических и кинетических зависимостей протекания процесса удаления цинка.

Ключевые слова: пыль электрофильтров, свойства, восстановимость, комкуемость, цинк.

Перескока В.В., Камкіна Л.В., Пройдак Ю.С., Стовпченко Г.П., Квічанська М.І. Відновно – теплова обробка пилу електрофільтрів дугової сталеплавильної печі. У статті розглянуто комплекс властивостей дисперсних залізовмісних відходів (пил ДСП ВАТ ММЗ): результати хімічного, елементного та компонентного складу, відновлюваність (при використанні різних відновників), комкуємість. Наведені результати термодинамічних та кінетичних залежностей протікання процесу видалення цинку.

Ключові слова: пил електрофільтрів, властивості, відновлюваність, комкуємість, цинк.

V.V. Pereskoka, L.V. Kamkina, Y.S. Projdak, A.P. Stovpchenko, M.I. Kvichanska. Reducing and thermal treatment of electric filter dust of electric arc furnace. The complex properties of disperse iron waste (EAF dust of MSW) were investigated the : results of the chemical, elemental and component composition, maintainability (various reducing agents being used), and lumps formation.. The results of the thermodynamic and kinetic data of the process removing of the zinc are given.

Keywords: electric filter dust, properties, maintainability, lumps formation, zinct.

Постановка проблемы. Известно, что производство металлов сопровождается значительным выходом твердых отходов (пыли, шламы, шлаки, окалина), количество которых в черной металлургии достигает 30% от массы производимой стали. Так на крупных металлургических заводах образуется в среднем 50-80 тыс.т сталеплавильной пыли. Мелкий фракционный состав, большая влагопоглощаемость и высокое содержание вредных примесей (свинца и цинка) делают сталеплавильную пыль нежелательным к использованию видом отходов [1]. Рост цен на железорудное сырье и все более возрастающие штрафы за хранение отходов в отвалах и шламонакопителях заставляют производителей металла пересматривать концепцию обращения с железосодержащими отходами и искать новые технологии их переработки и утилизации [2].

Анализ последних достижений в данной области. При выплавке стали в ДСП около

¹ аспирант, Национальная металлургическая академия Украины (НМетАУ), г.Днепропетровск

² д-р техн. наук, профессор, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

³ д-р техн. наук, профессор, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

⁴ д-р техн. наук, профессор, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

⁵ ст. науч. сотрудник, Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

(углерод, монооксид углерода, водород, метан). Результаты расчетов приведены на рис. 1.

Таблица 2

Содержание компонентов в железосодержащих отходах СЗАО ММЗ

Отходы	Массовая доля компонентов, %										
	Fe _{общ}	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	C	Zn _{общ}	Pb _{общ}
Пыль ¹	31,0	3,4	40,0	10,0	3,1	8,0	1,9	1,0	1,5	15,0	3,5
Пыль (свежая) ²		5,75	36,6	6,4	1,9	5,7	9,5			ZnO 25,7	PbO 3,3
Пыль (из отвалов) ²		4,3	29,5	6,0	1,68	9,7	10,5			ZnO 29,0	PbO 5,0

1 - по данным СЗАО ММЗ

2 - по данным НМетАУ

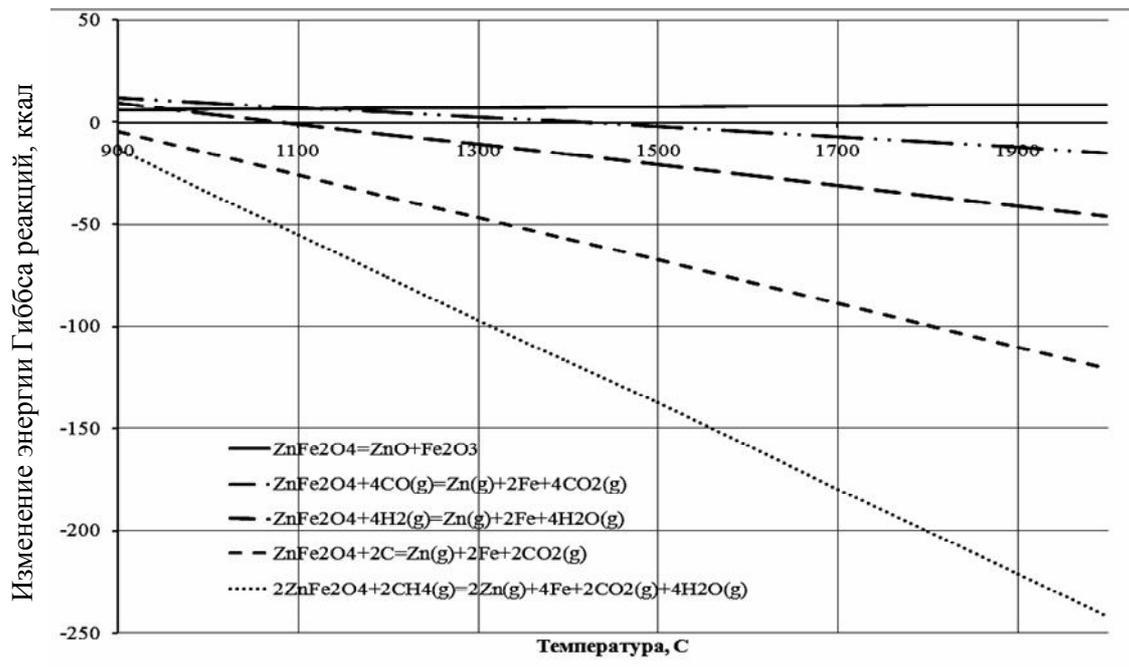


Рис. 1 – Температурная зависимость ΔG реакций разложения феррита цинка и его восстановления наиболее распространенными восстановителями (углерод, монооксид углерода, водород, метан)

Частично восстанавливается и оксид цинка, однако заметное его количество образуется свыше 1000°C и сразу в газообразном виде. Из-за недостатка углерода железо и марганец восстанавливаются в незначительной степени, восстановления же MgO, SiO₂ и CaO не происходит вовсе. Термодинамически устойчивым является феррит цинка ZnFe₂O₄ (цинкит железа Fe₂ZnO₄), что осложняет процесс восстановления обоих элементов.

Для определения состава продуктов, получаемых при восстановлении пыли ДСП выполнили термодинамические расчеты с помощью программы HSC Chemistry 5.11. Результаты расчета равновесного состава показывают, что содержащегося в пыли углерода недостаточно для полного восстановления оксидов. Зачастую для организации процесса утилизации дисперсных железосодержащих отходов необходимо их окомкование. Известно, что определяющее влияние на комкуемость дисперсных материалов оказывает размер частиц, соотношение тонких и зернистых фракций и гидрофильность материала. Для того, чтобы оценить комкуемость шихты, составленной с применением наиболее сложных для окомкования дисперсных железосодержащих отходов ОАО ММЗ, исследовали ее гидрофильные свойства в чистом виде и с добавками углеродистого восстановителя (коксовой мелочи, графита). Определяли скорость капиллярного всасывания воды (V_{вс}) и максимальную капиллярную влагоемкость (МКВ). Результаты исследований представлены в таблице 3.

Пыль электрофильтров обладает высокими значениями МКВ (для сравнения МКВ гематитовой руды и магнетитового концентрата составляют 7,9 и 14,3, соответственно).

Таблица 3

Показатели гидрофильных свойств исследуемых материалов

Материал	МКВ, %	Высота слоя, см								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		$V_{вс}, 10^{-3} \text{ м/с}$								
Пыль ЭДП	29,4	2,52	2,008	1,25	0,5	0,47	0,37	0,25	0,15	0,105

Естественно, что добавка углеродистого восстановителя уменьшает влагоемкость шихты. Проведена серия опытов по исследованию процесса восстановления пыли ЭДП. Экспериментальные исследования проведены на термогравиметрической установке с контролем потери массы исходной навески исследуемого материала в токе аргона. Исследования кинетики удаления цинка при термической обработке провели на обоих видах пыли ЭДП ОАО ММЗ (свежая - 1 и после хранения - 2), химический состав (% мас.) которых представлен в таблице 4.

Таблица 4

Состав пыли в экспериментах по восстановлению

Образец	SiO ₂	CaO	MgO	MnO	Fe ₂ O ₃	FeO	ZnO	PbO
1 – свежая пыль	6.4	5.7	9.5	1.9	26.6	5.75	25.7	3.3
2 – после хранения	6.0	9.7	10.5	1.62	29.5	4.3	29	5

Исходный материал был магнитным, что, возможно, связано с наличием в составе магнитной закиси-окиси железа (Fe₃O₄). Основная серия экспериментов по тепловой обработке пыли ДСП проведена в восстановительных условиях при использовании в качестве восстановителя антрацита (80% углерода). Опыты проводили в токе аргона (расход 7,5 л/час) в закрытом алундовом тигле. Температура изотермических выдержек составляла 900⁰С, 1000⁰С, 1100⁰С. Время выдержки 2,5 часа. Химический анализ продуктов восстановления показал, что после высокотемпературной восстановительно - тепловой обработки пыли ДСП содержание цинка в продуктах восстановления снижается.

Выводы

1. Эффективное удаление цинка из пыли ДСП возможно уже при умеренных температурах 1000⁰С-1100⁰С, в том числе при использовании в качестве углеродистого восстановителя некондиционных углеродистых материалов.
2. Анализ приведенных данных показал, что эффективность восстановителей уменьшается в ряду – метан, твердый углерод, водород, монооксид углерода, причем для двух последних, температурные возможности протекания этих реакций существенны уже - для водорода, начиная с 1100⁰С, а для СО – начиная с 1400⁰С, что свидетельствует об эффективности их применения только в высокотемпературных процессах.

Список использованных источников:

1. Ожогин В.В. Рециклинг пылевидных отходов сталеплавильного производства / В.В. Ожогин // ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Черная металлургия», - 2006. - №8. – С. 72-74.
2. Курунов И.Ф. Брикетирование –новый этап развития технологии окускования сырья для доменных печей / И.Ф.Курунов, О.Г.Канаева // ОАО «Черметинформация». Бюллетень «Черная металлургия», - 2005. - №5.- С. 27-31.
3. Корнев В.П. Исследование фазового состава и восстановимости цинксодержащего электропечного шлама/ В.П. Корнев, В.В. Аверин, В.Л. Осипов, В.Г.Дюбанов // Изветия ВУЗ «Черная металлургия», - 2007. - №9. – С. 35-38.
4. J. G. M. da Silva Machado; F. A. Brehm; C. A. M. At al. Characterization study of electric arc furnace dust phases//Materials Research.-2006.-v.9.-№1.
5. Navl'ik T., Souza B. V., Bernardes A. M. Hydrometallurgical processing of carbon steel EAF dust//Journal of Hazardous Materials. - B135.-2006.- P. 311–318.
6. Pickles C.A. Thermodynamic analysis of the selective carbothermic reduction of electric arc furnace dust // Journal of Hazardous Materials.-2008.-150.- P. 265–278.

Рецензент: А.В. Рабинович
 д-р техн. наук, проф., НМетАУ

Статья поступила 02.12.2010