

Литература

- 1 Джумабаев Д.С. Признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений // Журнал вычисл. матем. и матем. физ. - 1989. - Т.29. - №1. - С.50-66.
- 2 Асанова А.Т., Джумабаев Д.С. Однозначная разрешимость нелокальных краевых задач для систем гиперболических уравнений // Дифференциальные уравнения. - 2003. - Т.39. - №10. - С. 1343-1354.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЖИГМАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗОМАНГАНЦЕВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЗАПАДНЫЙ КАМЫС»

Оспанов Н.И., магистрант; Байсанов А.С., к.т.н., зав. лабораторией пиromеталлургических процессов; Омаров М.Ш., инженер;
Абилберикова А.А., научный сотрудник, магистр металлургии;
Мусин А.М., старший инженер, магистр
Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева
г. Караганда, Республика Казахстан

При переработке отечественных железоманганцевых руд наиболее перспективным методом обогащения является магнетизирующий обжиг с последующей сепарацией [1].

Технологическая осуществимость предлагаемой технологии обогащения железоманганцевых руд заключается в различии восстановимости оксидов железа и марганца. Так восстановление железа термодинамически вероятно при 570°C, в то время как восстановление марганца начинается при температурах свыше 1200°C. Поэтому при обжиге необходимо создавать такие температурные условия и подавать такое количество восстановителя достаточное и необходимое только для восстановления железа, избегая расплавления исходных материалов и образования трудновосстановимых силикатов марганца. В связи с этим температура обжига является одним из важных факторов, который влияет на результаты магнетизирующего обжига.

В Химико-металлургическом институте им. Ж.Абишева проводятся исследования по поиску возможных путей вовлечения казахстанских железоманганцевых руд в металлургический передел. Как результат сотрудниками института проведен комплекс исследований по обжигмагнитному обогащению железоманганцевой мелочи месторождения Западный Камыс.

Изначально железоманганцевая мелочь фракцией 0-3 мм подвергалась сухой магнитной сепарации на сухом магнитном сепараторе типа РСВ12 при нагрузке 12000 эрстед. В результате была выделена магнитная фракция, химический состав которой представлен 21,83% Mn; 12,16% Fe; 26,43% SiO₂; 3,6% CaO; 6,04% Al₂O₃.

Далее был проведен восстановительный обжиг полученного концентрата, при температурах 500-550°C и 550-650°C, продолжительностью 5 и 4 часов соответственно. В качестве восстановителя использовался низкосольный уголь месторождения Шубарколь, расход которого составлял 30% от веса руды. Обжиг проводили в закрытых алундовых тиглях в муфельной печи. Результаты обжига приведены в таблице 1.

С целью изучения экзотермических и эндотермических процессов (реакций), протекающих в шихтовой смеси при обжиге руды, была разработана и собрана методика и экспериментальная установка [2-4]. Экспериментальная установка состоит из муфельной печи, в которую устанавливают термопары для измерения температуры в тиглях и печи, измерителя-регулятора ТРМ 138, предназначенный для считывания измерений первичных преобразователей, АС-4 преобразует интерфейсы RS485 – USB-2 для обмена информацией между ТРМ 138 и компьютером.

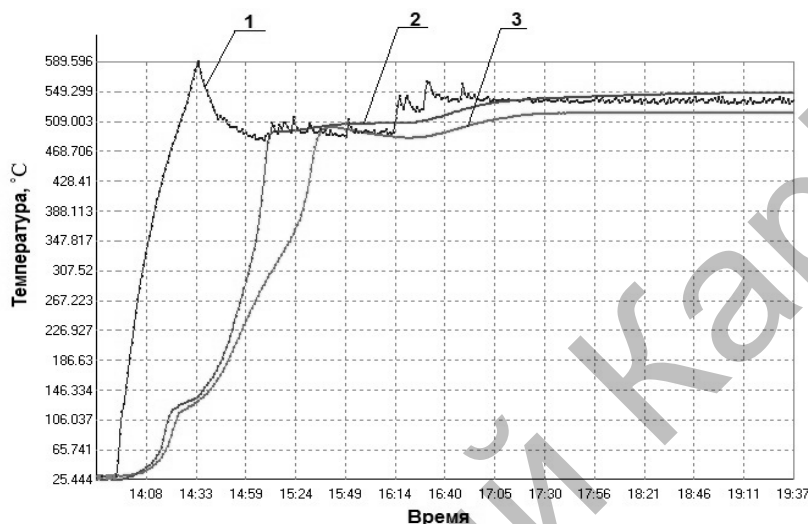
Таблица 1 – Результаты восстановительного обжига

Материал	Масса руды, г	Кол-во восстановителя		Общая масса, г		Потеря массы	
		%	г	до	после	г	%
при температуре 500-550°C							
Смесь №1	500	10	50	550	497,79	152,8	9,49
Смесь №2	500	30	150	650	556,42	173,4	14,40
при температуре 550-650°C							
Смесь №3	500	10	50	550	480,35	69,65	12,66
Смесь №4	500	30	150	650	534,8	115,2	17,72

Самодельный преобразователь мощность-напряжение представляет собой трансформатор без сердечника, с вторичной обмотки которого через выпрямитель снимается постоянное напряжение (0-1 вольт). Величина напряжения зависит от потребляемой печью в текущий момент мощности.

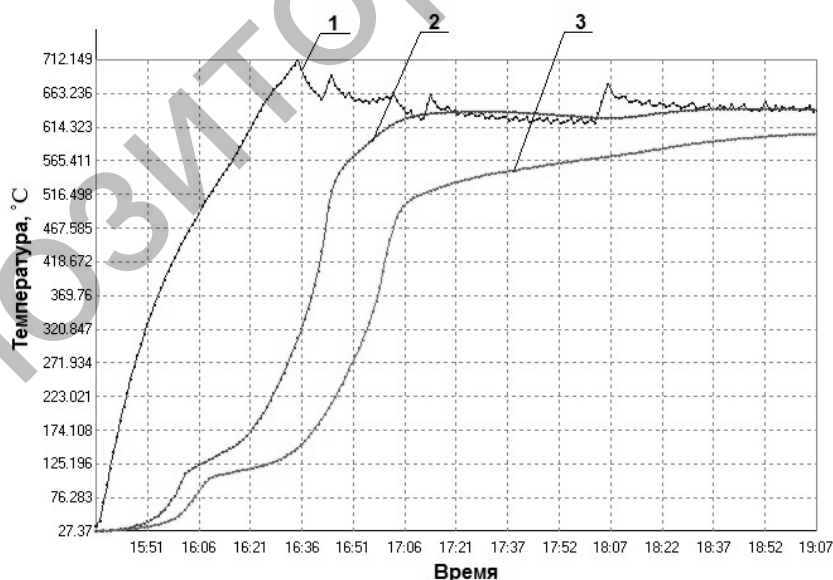
Прибор ТРМ138 настраивается в соответствии с руководством по эксплуатации. На персональный компьютер устанавливаются драйвер АС-4 и программу Owen Process Manager. Вводятся параметры обмена с прибором.

Так на примере железомарганцевой руды месторождения Западный Камыс, собранная экспериментальная установка позволила зафиксировать динамику изменения температуры обжига смесей в разных зонах печи при разных температурных режимах (рисунок 1,2).



1 – температура в печи; 2 – проба №2; 3- проба№1

Рисунок 1 – Динамика изменения температуры обжига железомарганцевой руды месторождения Западный Камыс при 500-550°C



1 – температура в печи; 2 – проба №2; 3- проба№1

Рисунок 2 – Динамика изменения температуры обжига железомарганцевой руды месторождения Западный Камыспри 550-650°C

На обоих рисунках при разогреве пробы в температурном интервале 100-110°C можно наблюдать небольшие эндотермические эффекты удаления гигроскопической и гидратной влаги. Так же из рисунков видно, что кривая динамики роста температуры пробы №2 в обоих случаях находится выше кривой пробы №1 и ближе к температурной кривой печи, что характеризует о том, что нагрев

смеси пробы №2 протекает быстрее. Расход восстановителя на данную особенность не оказывает особого влияния. Предположительно это различие обуславливается месторасположением тиглей в камере печи. Последовательность установки тиглей в печь производилась согласно нумерации проб, поэтому проба №2 оказывалась ближе к центральной зоне камеры печи, где интенсивность нагрева материалов максимальна.

Далее полученные огарки были просеяны для удаления несгоревшей части восстановителя, в виде образовавшегося полукокса. Обожженная железомарганцевая мелочь при 500-550°C подвергнута сухой магнитной сепарации на магнитном сепараторе 138Т-СЭМ. Результаты сепарации приведены в таблицах 2,3.

Таблица 2 – Результаты сухой магнитной сепарации обожженной железомарганцевой мелочи при 500-550°C с 10% угля

Фракция	Выход, %	Содержание, %						Mn/Fe	Извлечение, %					
		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств
магнитная 0А	32,30	22,15	17,32	25,6	4,2	5,81	1,04	1,28	34,57	41,96	29,25	26,01	31,64	8,59
магнитная 0,5А	67,70	20	11,43	29,54	5,7	5,99	5,28	1,75	65,43	58,04	70,75	73,99	68,36	91,41

Таблица 3 – Результаты сухой магнитной сепарации обожженной железомарганцевой мелочи при 500-550°C с 30% угля

Фракция	Выход, %	Содержание, %						Mn/Fe	Извлечение, %					
		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств
магнитная 0А	72,01	18,68	15,19	31,33	3,6	6,67	2,1	1,23	73,68	95,08	82,07	71,85	81,82	13,23
магнитная 0,5А	14,08	29,7	3,53	28,29	4,2	5,3	3,96	8,41	22,90	4,32	14,49	16,39	12,71	4,88
немагнитная 0,5А	13,92	4,49	0,5	6,8	3,05	2,31	67,26	8,98	3,42	0,60	3,44	11,76	5,48	81,89

Затем магнитная фракция (0 А) обожженной железомарганцевой мелочи при 500-550°C с 30% угля, а так же обожженная мелочь при 550-650°C подвергнуты сухой магнитной сепарации на барабанном сепараторе 128Т. Результаты сепарации приведены в таблицах 4-6.

Таблица 4 – Результаты сухой магнитной сепарации магнитной фракции 0А обожженной железомарганцевой мелочи при 500-550°C с 30% угля

Фракция	Выход, %	Содержание, %						Mn/Fe	Извлечение, %					
		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств
магнитная 4А	35,48	17,25	23,59	27,09	3,15	6,16	1,67	0,73	27,39	80,02	39,12	30,37	41,43	5,20
магнитная 6А	10,88	26,8	9,36	28,52	3,68	6,18	2,25	2,86	13,05	9,74	12,63	10,88	12,75	2,15
немагнитная 6А	25,65	33,15	1,97	27	4,47	5,26	2,53	16,83	38,05	4,83	28,19	31,15	25,58	5,69

Таблица 5 – Результаты сухой магнитной сепарации обожженной железомарганцевой мелочи при 550-650°C с 10% угля

Фракция	Выход, %	Содержание, %						Mn/Fe	Извлечение, %					
		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств
магнитная 4А	25,75	17,83	22,09	27,98	1,05	6,2	1,25	0,81	18,71	44,55	27,76	9,044	29,43	6,65
магнитная 12А	34,65	26,56	10,96	28,16	3,94	6,16	1,06	2,42	37,50	29,74	37,60	45,67	39,34	7,59
немагнитная 12А	39,59	27,15	8,29	22,71	3,42	4,28	10,5	3,28	43,80	25,71	34,64	45,29	31,23	85,77

Таблица 6 – Результаты сухой магнитной сепарации обожженной железомарганцевой мелочи при 550-650°C с 30% угля

Фракция	Выход, %	Содержание, %						Mn/Fe	Извлечение, %					
		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств
магнитная 4А	42,33	15,03	24,02	27,98	0,26	6,16	2,91	0,63	30,14	83,41	47,87	4,52	49,03	10,477
магнитная 12А	33,42	29,13	4,97	30,22	4,86	6,23	3,36	5,86	46,12	13,63	40,83	66,71	39,16	9,5522
немагнитная 12А	24,24	20,68	1,49	11,53	2,89	2,59	38,8	13,88	23,75	2,96	11,30	28,77	11,81	79,97

В таблицах 7 и 8 приведены расчетные результаты сухой магнитной сепарации, которые отражают в себе результаты условного одностадийного сепарирования при величине нагрузки 4А на барабанном сепараторе 128Т.

Таблица 7 – Расчетные результаты сухой магнитной сепарации обожженной железомарганцевой мелочи при 500-550°C с 30% угля

Фракция	Выход, %	Содержание, %						Mn/Fe	Извлечение, %					
		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств
магнитная 4А	35,48	17,25	23,59	27,09	3,15	6,16	1,67	0,73	27,39	80,02	39,12	30,37	41,43	5,20
немагнитная 4А	64,53	25,14	3,24	23,18	3,97	4,79	16,76	7,76	72,61	19,98	60,88	69,63	58,57	94,80

Таблица 8 – Расчетные результаты сухой магнитной сепарации обожженной железомарганцевой мелочи при 550-650°C с 30% угля

Фракция	Выход, %	Содержание, %						Mn/Fe	Извлечение, %					
		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств		Mn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Ств
магнитная 4А	42,33	15,03	24,02	27,98	0,26	6,16	2,91	0,63	30,14	83,41	47,87	4,52	49,03	10,48
немагнитная 4А	57,66	25,58	3,51	22,36	4,03	4,70	18,25	7,29	69,86	16,59	52,13	95,48	50,97	89,52

Как видно из таблиц расчетных результатов полученные немагнитные концентраты по содержанию основного компонента марганца (Mn) и его отношению к железу (Fe), а также по извлечению вполне могут быть пригодны для выплавки марганцевых сплавов и без дополнительной стадии сепарации при более высокой нагрузке.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно заключить, что приемлемыми параметрами для осуществления обжигмагнитного обогащения железомарганцевой мелочи месторождения Западный Камыс являются низкотемпературный обжиг в интервале температур 500-650°C, при 30%-м расходе восстановителя в течение 5 часов, с последующим выделением концентрата методом сухой магнитной сепарации. При этом стоит отметить, что указанные параметры носят предварительный характер и для улучшения результатов требуется проведение дальнейших исследований.

Литература:

- 1 Байсанов А.С. Фазовые равновесия и кинетика процесса пирометаллургической переработки железомарганцевых руд: автореф. ... канд. техн. наук.:30.03.07. –Караганда.: ХМИ, 2007. -22 с.
- 2 Пилоян Г.О. Введение в теорию термического анализа. – М.: ИЛ, 1961. – С. 294.
- 3 Шестак Я. Теория термического анализа //Физико-химические свойства твердых неорганических веществ: Пер. с англ.– М.: Мир, 1987. – 456 с.
- 4 Берг Л.Г., Бурмирова Н.П., Озерова М.И., Цуринов Г.Г. Практическое руководство по термографии. - Издательство Казанского университета, 1976. - 223 с.