

УДК 622.778

А.А. БЕРЕЗНЯК, канд. техн. наук,

Е.А. БЕРЕЗНЯК, Н.Р. ГЛУХОВЕРЯ

(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД НА МАГНИТНЫХ СЕПАРАТОРАХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

Все минералы марганца, за исключением манганокальцита, имеют плотность больше плотности кварца, поэтому могут разделяться гравитационными способами. Например, основное количество концентрата на действующих фабриках получают посредством отсадки.

Но гравитационные способы эффективны, если разница плотностей минералов превышает 200 кг/м^3 . Причем должна присутствовать разница *кажущихся* плотностей, т.е. плотностей при наличии пор и пустот, которые могут быть значительно меньше истинных плотностей минералов. Именно такие минералы с кажущейся плотностью, равной или меньшей плотности кварца, попадают в отходы гравитационного обогащения марганца.

Кроме того, эффективность гравитационных методов обогащения в водной среде снижается для частиц крупностью менее 0,2 мм и становится практически равной нулю для частиц крупностью менее 5 мкм. Это обусловлено наличием гидратных оболочек на поверхности минералов, находящихся в воде.

Известно, что все минералы марганца, за исключением манганокальцита, являются слабомагнитными и могут быть выделены высокоградиентной магнитной сепарацией. Примеси окислов железа увеличивают магнитную восприимчивость частиц руды, что увеличивает величину магнитной силы. Встречающиеся сильномагнитные частицы (магнетит, ржавчина и т.д.) притягиваются к магнитным полюсам с такой большой силой, что их удаление из рабочей зоны становится затруднительным. Поэтому перед подачей руды на высокоградиентную магнитную сепарацию необходимо их удалять в магнитном поле с индукцией 0,3-0,5 Тл посредством роликового или барабанного сепаратора.

Величина удельной магнитной силы, действующей на частицу, пропорциональна произведению напряженности поля на его градиент, поэтому в идеале для каждого узкого класса крупности необходима своя магнитная система.

Для частиц крупностью более 1 мм применяются электромагнитные высокоградиентные валковые сепараторы. Для частиц крупностью менее 1 мм применяются высокоградиентные роторные и ленточные валковые сепараторы.

Отдельно следует выделить барьерный магнитный сепаратор "Туркенич", который, теоретически, должен разделять магнитные минералы независимо от их крупности.

Однако эффективность сепарации частиц крупностью менее 0,2 мм уменьшается и для частиц крупностью менее 50 мкм становится, как и в случае

применения гравитационных методов, практически нулевой. Для частиц такой крупности наблюдается агрегатирование как в водной, так и в воздушной среде.

Электростатическая сепарация принципиально возможна для частиц сколь угодно малой крупности. Сепарация основана на скорости разряда частиц руды на проводящей поверхности. Эта скорость определяется, в основном, проводимостью поверхности минералов, величина которой зависит от множества факторов. В случае марганцевых руд поверхность нерудных частиц покрыта тонким слоем окислов марганца вследствие легкой истираемости некоторых минералов марганца. По этой причине разница поверхностных проводимостей частиц незначительна и электростатическая сепарация для марганцевых руд не применяется. Кроме того, электростатическая сепарация частиц крупностью менее 100 мкм затруднена вследствие их агрегатирования.

Исследования обогатимости марганцевых руд осуществлялись на лабораторных магнитных сепараторах трех типов. Валковый ленточный сепаратор с диаметром валка 20 мм предназначен для сепарации частиц крупностью менее 2 мм. Однако эффективность сепарации частиц крупностью менее 0,5 мм несколько выше на сепараторе отклоняющего типа, поэтому результаты обогащения продукта такой крупности приведены именно для отклоняющего сепаратора. На сепараторе "Туркенич" обогащали руду крупностью менее 2 мм без разделения на классы крупности.

Содержание марганца и кварца в продуктах сепарации получены рентгенофлуоресцентным методом посредством спектрометра СРМ-25-16, в котором интенсивность характеристического излучения анализируемого элемента пропорциональна его процентному содержанию в исследуемом образце. Спектрометр обеспечил проведение анализа по методу постоянного времени, при котором счет проводится в течение заданного промежутка времени. Следует отметить, что погрешность при определении содержания марганца была весьма значительна и в некоторых случаях достигала 2% по сравнению с расчетными значениями, полученными из уравнений баланса.

Таблица 1

Результаты магнитного обогащения марганцевой руды первого типа

Класс крупности, мм	Исходный			Концентрат			Тип сепаратора
	Выход, %	Содерж. марганца, %	Содерж. SiO ₂ , %	Выход, %	Содерж. марганца, %	Содерж. SiO ₂ , %	
-2+1	60,67	37,34	24,77	47,22	50,82	7,64	Ленточный
-1+0,5	14,81	29,5	24,85	55,5	50,05	11,33	Ленточный
-0,5+0	24,52	28,1	36,37	48,05	40,06	17,77	Отклоняющий
Итого	100,00	33,91	27,63	48,65	48,08	10,72	
-2+0	100,0	32,5	31,26	57,66	49,77	10,52	"Туркенич"

Исследовались два типа марганцевых руд. Окисная руда первого типа представляла собой дробленую руду из карьера. Руда второго типа являлась

Магнітна і електрична сепарація

концентратом, полученным мокрым способом на роторном сепараторе с вертикальным расположением ротора из лежалых отходов обогащения пиролюзитной руды. Результаты исследований приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 2

Результаты магнитного обогащения марганцевой руды второго типа

Класс крупности, мм	Исходный			Концентрат			Тип сепаратора
	Выход, %	Содерж. марганца, %	Содерж. SiO ₂ , %	Выход, %	Содерж. марганца, %	Содерж. SiO ₂ , %	
-2+1	13,15	32,91	20,07	57,52	36,86	13,53	Ленточный
-1+0,5	4,35	29,50	24,85	76,14	37,49	18,54	Ленточный
-0,5+0,2	34,33	35,46	18,68	76,64	36,95	16,53	Отклоняющий
-0,2+0	48,17	31,71	22,04	52,29	35,30	19,26	Отклоняющий
Итого	100,00	33,06	20,75	62,37	36,30	17,38	
-2+0	100,0	32,47	18,82	80,59	35,14	20,48	"Туркенич"

Анализ табл. 1 показывает, что с уменьшением крупности исходной руды содержание марганца уменьшается почти на 10%. Поэтому степень концентрации марганца наибольшая для класса -1+0,5 мм и наименьшая для класса -2+1 мм, хотя содержание марганца в этом продукте наибольшее при наименьшем содержании кремнезема.

Обогащение руды этого типа на барьерном сепараторе "Туркенич" позволяет получить концентрат с большим выходом и содержанием марганца по сравнению со средним значением объединенного концентрата, полученного из отдельных фракций крупности.

Следовательно, из технологических соображений применение барьерного сепаратора в данном случае целесообразно. Однако его стоимость на порядок выше, чем ленточного и отклоняющего, поэтому применение таких сепараторов может быть оправдано из экономических соображений. Следует также заметить, что перечистки продуктов сепарации на ленточном и отклоняющем сепараторах позволяют получить концентрат более высокого качества, чем на сепараторе "Туркенич" в один прием.

Из результатов данной табл. 2 следует, что данный тип руды обогащается значительно хуже, чем предыдущий. Особенно неудовлетворительные результаты дает сепарация продукта крупностью менее 0,2 мм. По-видимому, связано это с наличием частиц крупностью менее 45 мкм, которые загрязняют концентраты. Меньшее содержание марганца в концентрате класса -2+1 мм, чем в следующем, возможно, связано с наличием недостаточно раскрытых рудных зерен.

Применение барьерного сепаратора в данном случае нецелесообразно ни с технологической, ни с экономической точек зрения.

Для проверки предположения об отрицательном влиянии тонкодисперсных частиц на показатели обогащения пиролюзитной руды классы крупности -2+1 и -1+0,5 мм были тщательно отмыты, высушены и подвергнуты обогащению

Магнітна і електрична сепарація

нию на ленточном сепараторе. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты магнитного обогащения отмытой марганцевой руды второго типа

Класс крупности, мм	Исходный			Концентрат			Тип сепаратора
	Выход, %	Содерж. марганца, %	Содерж. SiO ₂ , %	Выход, %	Содерж. марганца, %	Содерж. SiO ₂ , %	
-2+1	100	31,67	31,67	46,94	43,29	15,28	Ленточный
-1+0,5	100	38,04	15,31	89,14	39,44	11,92	Ленточный

На основании полученных результатов следует заключить, что из лежалых отходов обогащения пиролюзитной руды возможно получение высококачественных концентратов при условии удаления тонкодисперсных частиц с эффективностью более 90%.

Выводы

1. При обогащении окисной марганцевой руды лучшие результаты получены на барьерном магнитном сепараторе "Туркенич", однако с экономической точки зрения оправдано применение магнитных сепараторов ленточного и отклоняющего типов.

2. При сепарации продукта, полученного из лежалых отходов обогащения пиролюзитной руды, лучшие результаты получены при совместном применении магнитных сепараторов ленточного и отклоняющего типов.

3. Для получения высококачественных марганцевых концентратов из лежалых отходов обогащения пиролюзитной руды необходимо их предварительное обесшламливание с эффективностью более 90%.

© Березняк А.А., Березняк Е.А., Глухова Н.Р., 2016

Надійшла до редколегії 14.03.2016 р.

Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим