

УДК 62-665.4:621.928.89

СЕПАРАЦИЯ ОТХОДОВ АО ЦОФ «БЕРЕЗОВСКАЯ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОГО МЕТОДА

Пилин М.О., старший преподаватель кафедры ТПОВН

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева»
г. Кемерово

Существующие способы извлечения утяжелителя из продуктов обогащения основаны на различии физико-химических, магнитных и других свойств утяжелителя и обогащаемого материала.

Утяжелители, употребляемые в практике обогащения углей, могут быть немагнитными (барит, кварц, сланец, песок) и магнитными (магнетит, ферросилиций и др.).

Из немагнитной суспензии угольные частицы удаляются флотацией, а из магнетитовой или ферросилициевой — магнитной сепарацией.

Для улучшения процессов регенерации суспензии необходимо производить предварительную дешламацию обогащаемого угля с целью удаления тонких частиц (обычно мельче 0,5 мм). Это целесообразно производить даже при наличии небольшого количества тонких шламов в угле.

Наиболее дешевым процессом регенерации магнетитовой суспензии является магнитная сепарация. Этим во многом объясняется широкое применение магнетита и других магнитных минералов в качестве утяжелителя.

Потери магнетита с немагнитными фракциями магнитных сепараторов составляют менее 0,05 кг/т, а потери его со сливом сгустителя — ничтожно малую величину. В среднем общие потери магнетита составляют около 0,55 кг/т исходного угля [1].

Магнитные методы обогащения применяют при переработке различных металлических и неметаллических полезных ископаемых, и других видов сырья. При этом если в руде содержатся минералы, имеющие магнитные свойства, то на стадии разработки схемы обогащения обязательно рассматривают возможность применения магнитного метода [2].

Вопросами селективного выделения гематита исследователи занимаются многие десятилетия [3 – 7]. Основное внимание уделяется флотационному разделению оксидов железа и кварца в процессах прямой и обратной флотации [5 – 10]. Селективное отделение гематита от других железосодержащих минералов и других минералов исследуется в меньшей мере [11 – 12].

Помимо флотационного выделения гематита также есть работы, связанные с выделением с помощью магнитной сепарации [13-14].

В данной работе применялась методика мокрой магнитной сепарации. Исследовался образец отхода углеобогащения АО ЦОФ «БЕРЕЗОВСКАЯ» БФ-4 (порода АО ЦОФ «Березовская» пгт. Березовский).

Методика исследования:

В пластиковый стакан на 1 л насыпается 100 г. измельченной породы и наливается 400 мл дистиллированной воды. Далее устанавливается якорная мешалка (материал пластик или стекло) и запускается на умеренных оборотах. Мешалка устанавливается со смещением относительно центра стакана. После включения мешалки и гомогенизации среды, параллельно якорю опускается неодимовый магнит (50x30 мм «шайба»). Предварительно магнит необходимо поместить в пластиковый «кожух» для удобства отделения магнитной фракции от поверхности магнита. Магнит выдерживается в течении 3 мин. и извлекается, далее помещается в стакан с водой, где отделяют кожух от магнита и смывают с него магнитную фракцию. Данную операцию проводят 3 раза. Затем раствор с магнитной фракцией фильтруют и сушат при 120°C и определяют массу.

После разделения полученные образцы исследовали на элементный состав методом масс-спектрометрии с индуктивно связанный плазмой (ИСП-МС) на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7500cx. Данные исследования элементного состава изначального образца и образцов разделения мокрой магнитной сепарацией представлены в табл.1.

Таблица 1

Элементное содержание отходов образцов углеобогащения

№ п/п	Образец/Элемент	МС-М	МС-Н
		X	X
1.	Литий (Li)	21	25
2.	Бериллий (Be)	2,0	2,6
3.	Скандий (Sc)	14,7	12,8
4.	Титан (Ti)	2750	3663
5.	Ванадий (V)	63	84
6.	Хром (Cr)	61	41
7.	Марганец (Mn)	1715	305
8.	Кобальт (Co)	13,5	10,9
9.	Никель (Ni)	22	11,8
10.	Медь (Cu)	52	35
11.	Цинк (Zn)	76	94
12.	Галлий (Ga)	7,0	7,8
13.	Рубидий (Rb)	79	119
14.	Стронций (Sr)	161	147

Продолжение таблицы 1

15.	Иттрий (Y)	23	25
16.	Цирконий (Zr)	152	203
17.	Ниобий (Nb)	7,3	9,5
18.	Цезий (Cs)	521	3,8
19.	Барий (Ba)	27	495
20.	Лантан(La)	53	35
21.	Церий (Ce)	6,4	68
22.	Празеодим (Pr)	29	7,9
23.	Неодим (Nd)	5,2	35
24.	Самарий (Sm)	1,02	5,8
25.	Европий(Eu)	4,2	1,09
26.	Гадолиний (Gd)	0,72	4,5
27.	Диспрозий (Dy)	0,82	4,0
28.	Эрбий (Er)	0,33	2,6
29.	Иттербий (Yb)	0,36	3,4
30.	Гафний (Hf)	0,67	5,0
31.	Тантал (Ta)	1,3	0,91
32.	Торий (Th)	10,3	10,6
33.	Железо (Fe)	49758	1064
34.	Германий (Ge)	1,4	3,3
35.	Селен (Se)	2,5	1,14
36.	Платина (Pt)	0,057	0,064

Х-массовая доля, мил⁻¹

МС-М - порода АО ЦОФ «Березовская» пгт. Березовский магнитная фракция после сепарации

МС-Н - порода АО ЦОФ «Березовская» пгт. Березовский немагнитная фракция после сепарации

Исходя из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Для таких элементов как: марганец (Mn), никель (Ni), цезий (Cs), лантан(La), празеодим (Pr), европий(Eu), железо (Fe), селен (Se), в магнитную фракцию переходят более 60% от исходного содержания
2. Для таких элементов как: гадолиний (Gd), диспрозий (Dy), эрбий (Er), иттербий (Yb), гафний (Hf), германий (Ge) более 75% остается в немагнитной фракции
3. Остальные элементы разделяются примерно по 50% в каждой фракции.

Из этого следует, что метод мокрой магнитной сепарации эффективен только для ряда отдельных элементов, которые имеют более сильные магнитные свойства или же в соединении с такими элементами.

Исследование выполнено за счет гранта Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2022-1194).

Список литературы

1. Акопов М.Г. Обогащение углей в гидроциклонах. М.: Недра, 1967. 180 с.
2. Пелевин А.Е. Магнитные и электрические методы обогащения. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. 296 с
3. Полькин С.И. Флотация руд редких металлов и олова. М.: Гос.науч.-техн. изд-во по горному делу, 1960.
4. Остапенко П.Е. Обогащение железных руд. М.: Недра, 1977.
5. Lima N.P., Valadão G.E.S., Peres A.E.C. Effect of amine and starch dosages on the reverse cationic flotation of an iron ore // Minerals Engineering. 2013. Vol. 45.
6. Arantes R.S., Lima R.M.F. Influence of sodium silicate modulus on iron ore flotation with sodium oleate // International Journal of Mineral Processing. 2013. Vol. 125.
7. Uwadiale G.G.O.O. Flotation of iron oxide and quartz – a review // Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review. 1992. Vol. 11.
8. Rocha L., Cançado R.Z.L., Peres A.E.C. Iron ore slimes flotation // Minerals Engineering. 2010. Vol. 23. P. 11-13.
9. Ma X., Marques M., Gontijo C. Comparative studies of reverse cationic/anionic flotation of vale iron ore // International Journal of Mineral Processing. 2011.
10. De Mesquita I.M.S., Lins F.F., Torem M.I. Interaction of a hydrophobic bacterium strain in a hematite-quartz flotation system // International Journal of Mineral Processing, 2003. Vol. 71. P. 1-4.
11. Mei G.J., Rao P., Yu Y.F. Flotation separation of hematite and iron containing silicate using ammonium hexafluorosilicate depressant, Proceedings of XXIV International Mineral Processing Congress, Science Press, Beijing. 2008. Vol. 1.
12. Flocculation and flotation response of *Rhodococcus erythropolis* to pure minerals in hematite ores / H. Yang, Q. Tang, Ch. Wang et al. // Minerals Engineering. 2013. Vol. 45.
13. Sequential particle-size and magnetic separation for enrichment of rare earth elements and yttrium in Indonesia coal fly ash / Widya Rosita, I Made Bendiyasa, Indra Perdana et al. // Journal of Environmental Chemical Engineering. 2020. No 8. P. 1-10

14. Recovery of rare earth elements from coal fl ash by integrated physi-
cal separation and acid leaching / Jinhe Pan, Tiancheng Nie, Behzad Vaziri Hassas
et al. // Chemosphere. 2020. No 248. P. 1-9