

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ.

Филиппенко И.В.

ОсОО «Информационно-исследовательский центр», Кыргызстан

*В статье описаны исследования по магнитной сепарации редкоземельных элементов из песка, собранного на северном побережье озера Иссык-Куль Кыргызстана (с. Бостерп). Рассмотрено распределение элементов по магнитным классам. Определено значение магнитного поля, при котором происходит максимальное отделение железа в виде магнетита.*

*The article describes investigations on magnetic separation of rare-earth bearing sands collected on the northern shores of the Issyk-Kul lake (Bostery, Kyrgyzstan). A distribution of elements against magnetic classes has been considered. Value of magnetic field, under which maximum separation of iron in the form of magnetite takes place, has been determined.*

В последние несколько лет резко вырос интерес к редкоземельным металлам. Это связано с изменением конъюнктуры рынка и развитием новых технологий, где необходимы элементы, обладающие уникальными технологическими свойствами.

Несмотря на повсеместную распространенность редкоземельных элементов, их средняя концентрация в земной коре достаточно низкая.

Обогащение руды заключается в получении концентрата, как можно более однородного по химическому составу. Обогащение можно проводить различными методами: гравитации, флотации, магнитной и электростатической сепарации, химического обогащения и др. В основном, обогащение руды, содержащей редкоземельные элементы, производится по флотационной схеме.

Современная технология магнитного обогащения минерального сырья относится к одному из наиболее экологически чистых методов переработки руд и поэтому в настоящее время весьма актуальна. В настоящее время магнитная сепарация применяется в основном в процессе переработки железных руд - магнетитовых кварцитов и окисленных кварцитов.

Руда, содержащая редкоземельные элементы, в большинстве своем слабомагнитная. Поэтому магнитная сепарация при переработке такой руды практически не используется.

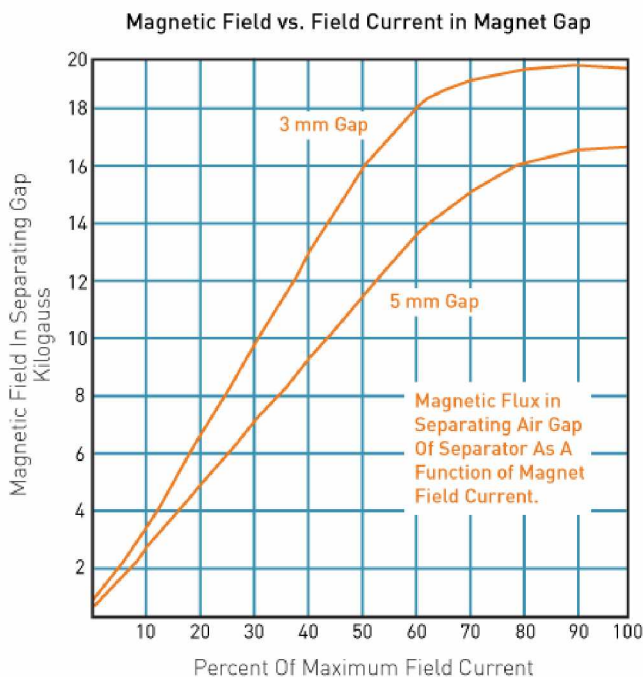
Были проведены исследования по изучению возможности электромагнитной сепарации песка, собранного на побережье озера Иссык-Куль Кыргызстана. Исследования проводились на магнитном сепараторе Qutotec Laboratory High Intensity Induced Roll Magnetic Separator.

Задачей настоящего исследования было определение оптимального тока, подаваемого на магнитную катушку сепаратора, при котором будет происходить максимальное отделение фракции, содержащей железо, с целью снижения влияния последнего на технологические показатели при дальнейшей переработке.

Производился десятистадиальный опыт. При этом входной ток магнитной катушки на каждой последующей стадии повышалось на 0,03 А.

Изменение магнитного поля в магнитном сепараторе Qutotec происходит путем изменения входного тока магнитной катушки. Зависимость магнитного поля от тока на катушке показана на рис. 1. По горизонтали указан процент тока возбуждения от максимально возможного (3 А). По вертикали указано магнитное поле в зазоре сепаратора (поле указано в килоГауссах). На рисунке приведено 2 графика в зависимости от размера зазора.

Испытания проводились в диапазоне ток катушки от 0,03 до 0,30 А, что соответствует диапазону напряженности магнитного поля от 0,8 до 3 килоГауссов. В системе СИ это диапазон от 0,08 до 0,3 Тл.



Исходный продукт представлял собой песок. Поэтому предварительная пробоподготовка сводилась к многократному пропусканию исходного материала через делитель Джонса с целью максимального усреднения пробы.

Исследования проводились на пробе массой 1 кг материала исходной крупности. На каждой стадии проводился однократный прогон материала через магнитный сепаратор.

Немагнитный продукт первой стадии направлялся на перемелку на вторую стадию вместе с магнитным концентратом второй стадии. Немагнитный продукт второй стадии направлялся

на перемелку на третью стадию вместе с магнитным концентратом третьей стадии. И т.д.

После каждой стадии, используя делитель Джонсона, отбиралось около 10 гр усредненного материала для анализа. Затем пробы перетирались до 200 меш и анализировались на содержание элементов рентгенофлуоресцентным методом на энергодисперсионном спектрометре QUANT'X.

В таблице 1 приведены результаты распределения элементов в процентах по магнитным классам. В таблице 2 приведены аналогичные результаты в граммах.

Таблица 1

Распределение элементов по магнитным классам, %

Ток возбуждения магнитной катушки, А	Выход	Fe	Zr	Nb	Y	La	Ce	Pr	Nd
	г	%	%	%	%	%	%	%	%
0,03	105,2	68,3	0,100	0,000	0,003	0,005	0,012	0,000	0,006
0,06	176,2	66,5	0,109	0,000	0,004	0,003	0,016	0,004	0,006
0,09	143,6	64,3	0,128	0,000	0,007	0,008	0,016	0,000	0,016
0,12	58,4	59,3	0,149	0,000	0,010	0,014	0,023	0,002	0,010
0,15	7,1	47,6	0,151	0,000	0,018	0,023	0,060	0,005	0,030
0,18	7,1	50,2	0,175	0,000	0,019	0,021	0,053	0,005	0,033
0,21	7,7	46,1	0,154	0,000	0,021	0,027	0,069	0,005	0,041
0,24	7,8	44,1	0,160	0,000	0,021	0,030	0,069	0,000	0,034
0,27	8,3	42,5	0,171	0,001	0,022	0,032	0,066	0,009	0,047
0,3	13,6	38,5	0,165	0,003	0,023	0,034	0,084	0,009	0,049
хвосты	1469	4,14	0,117	0,011	0,020	0,034	0,075	0,010	0,033
исходный материал	2004	19,9	0,118	0,008	0,017	0,027	0,061	0,008	0,028

Распределение элементов по магнитным классам, г.

Ток возбуждения магнитной катушки, А	Выход	Fe	Zr	Nb	Y	La	Ce	Pr	Nd
	г	г	г	г	г	г	г	г	г
0,03	105,2	71,82	0,105	0,000	0,003	0,005	0,013	0,000	0,006
0,06	176,2	117,11	0,192	0,000	0,007	0,005	0,028	0,007	0,011
0,09	143,6	92,30	0,184	0,000	0,010	0,011	0,023	0,000	0,023
0,12	58,4	34,61	0,087	0,000	0,006	0,008	0,013	0,001	0,006
0,15	7,1	3,38	0,011	0,000	0,001	0,002	0,004	0,000	0,002
0,18	7,1	3,57	0,012	0,000	0,001	0,001	0,004	0,000	0,002
0,21	7,7	3,55	0,012	0,000	0,002	0,002	0,005	0,000	0,003
0,24	7,8	3,44	0,012	0,000	0,002	0,002	0,005	0,000	0,003
0,27	8,3	3,52	0,014	0,000	0,002	0,003	0,005	0,001	0,004
0,3	13,6	5,23	0,022	0,000	0,003	0,005	0,011	0,001	0,007
хвосты	1469	60,78	1,719	0,162	0,294	0,500	1,102	0,147	0,485
исходный материал	2004	399,30	2,371	0,162	0,331	0,545	1,215	0,158	0,551

Из результатов видно, что большая часть железа сепарируется при значении тока возбуждения магнитной катушки 0,12 А.

В таблице 3 приведены результаты распределения элементов в сильномагнитном продукте. Они были получены путем суммирования результатов с первой по четвертую

стадии (ток возбуждения магнитной катушки от 0,03 до 0,12 А). Содержание элементов в слабомагнитном продукте было получено путем суммирования результатов с пятой по десятую стадию (ток возбуждения магнитной катушки от 0,12 до 0,30 А) и хвостов.

Таблица 3

Распределение элементов в сильномагнитной и слабомагнитной фракциях.

	Выход	Fe	Zr	Nb	Y	La	Ce	Pr	Nd
	г	г	г	г	г	г	г	г	г
сильномагнитный продукт	483,4	315,8338	0,5681	0,0000	0,0261	0,0302	0,0772	0,0082	0,0457
слабомагнитный продукт	1520,80	83,4667	1,8031	0,1621	0,3047	0,5144	1,1375	0,1500	0,5057

Из результатов видно, что 0,12 А- это оптимальный ток, подаваемый на магнитную катушку сепаратора, при котором будет происходить максимальное отделение фракции, содержащей железо. При этом в магнитную фракцию ушла примерно пятая часть циркония и лишь небольшая часть редкоземельных элементов. Основной процент редкоземельных элементов остались в слабомагнитной фракции.

В дальнейшем исследовании будут продолжены с целью изучения распределения редкоземельных элементов по фракциям при увеличении магнитного поля в сепараторе.

#### Литература:

1. Остапенко П.Е., Петров И.М. О применении магнитной сепарации для обогащения редкометалльных руд. Цвет, металлы, 1989, № 6.
2. Кармазин В.В., Кармазин В.И. Современное состояние и перспективы разделения минералов в магнитных и электрических полях. - В кн. Переработка труднообогатимых руд. Теория и практика, М. Наука, 1987/
3. А. Постолатьева, А. Твердов, А. Жура. «Редкоземельные месторождения - особенности, сложности и перспективы». «Золото и технологии», март, №1, 2013