

УДК 622.7: 622.342/349

А.М. Паньшин**КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА КЛИНКЕРА
ОАО «ЭЛЕКТРОЦИНК»**

Семинар № 8

На цинковых заводах одним из отходов металлургического производства является клинкер. Открытые площади, занимаемые под складирование клинкера, - это источник активного загрязнения окружающей среды. Освобождение площадей, занятых под отходы, является актуальной экологической проблемой.

В то же время клинкер от вельцевания цинковых кеков является одним из многотоннажных и наиболее ценных по содержанию цветных и благородных металлов отходов производства тяжелых цветных металлов [1].

Объектом испытаний служила мелкая фракция (-12 мм) лежалого клинкера ОАО «Электроцинк», содержащая, %

Fe	Zn	Pb	Cu	C	Si
22,0	5,04	1,07	0,69	10,00	6,47
Ba	Mn	Ti	Cr	Ai ₂ O ₃	Sr
1,41	1,96	0,274	0,131	6,39	0,082

SiO ₂	Ca	CaO	Mg	Al	Ag
23,56	10,2	1,60	0,287	1,41	180
Sn	As	Sb	K	O	Au, г/т
0,058	0,267	0,091	0,507	30,4	1

Основными ценными компонентами, составляющими клинкер, являются медь, железо, углерод. Главными минералами по извлекаемым компонентам являются вторичные сульфиды меди, металлическое железо, троилит и железо в виде магнетита, а также углерод.

298

В табл. 1 приведены результаты исследований обогатимости клинкера с использованием магнитных и гравитационных методов обогащения. Извлечение коксика в легкую фракцию отсадки составляет 77,74% при содержании углерода 34,77%. Однако содержание углерода в хвостах гравитации остается высоким - 1,81%. С железным концентратом теряется до 40 % цветных металлов (в том числе 22,27 % меди). Потери золота и серебра с угольным и железным концентратом составляют 27,74% Au и 9,91% Ag. Значительная часть цветных металлов концентрируется в промпродуктах гравитации, из которых их извлечение представляет собой самостоятельную задачу.

Дальнейшее повышение извлечения из клинкера коксика и цветных металлов возможно методом флотации.

В первую очередь испытана магнитно-флотационная схема переработки клинкера (табл. 2), в соответствии с которой из мелкодробленого клинкера магнитной сепарацией извлекают железо, а из хвостов магнитной сепарации после их доизмельчения до крупности 75-80% класса -74 мкм флотацией (2,5 кг/т керосина и 25 г/т Т-80) извлекают углерод.

Экономичность схемы можно повысить, если основную часть углерода и железо извлекать из мелкодробленого материала гравитационными и магнитными методами обогащения, а

из хвостов этого цикла после их доизмельчения извлекать оставшуюся часть углерода флотацией (табл. 3).

В этом случае на дорогостоящее измельчение направляется только несколько больше 40 % материала (немагнитной фракции гравиконоцентрата), что значительно сокращает затраты.

Важным недостатком схемы является то, что для отсадки необходимо применять машины с устройством для непрерывной разгрузкой надрешетного концентрата, что существенно усложняет конструкцию отсадочных машин, снижает надежность работы и увеличивает их стоимость.

В табл. 4 приведены результаты обогащения клинкера по флотационно-магнитной схеме.

Отличительной особенностью схемы является то, что обогащение клинкера отсадкой не предусмотрено. Мелкодробленый клинкер измельчают и флотируют в две стадии, получая флотационный угольный концентрат, а железный концентрат получают из хвостов флотации магнитной сепарации.

В результате сопоставления показателей различных способов переработки клинкера [1-3] разработана технологическая схема его утилизации в условиях Урупской ОФ и выполнена ее экономическая оценка.

Предусматривается разрушение массы лежалого клинкера горнодобычным способом с получением материала крупностью менее 400 мм, его погрузка и транспорт до Урупской ОФ. На фабрике клинкер дробят по существующей схеме дробильного отделения и измельчают в открытом цикле, перерабатывая пески и слив спирального классификатора раздельно.

Для магнито-гравитационной переработки клинкера потребуется

проектирование, строительство и монтаж сепарационного комплекса, в состав которого входят отсадочная машина «Труд-3», концентрационный стол СКО-15, магнитный сепаратор 167-СЭ и железоотделитель, стоимость и монтаж которых составляют 60,7 тыс. \$ US.

Хвосты первой стадии обогащения доизмельчают с использованием мельницы второй стадии измельчения и флотируют, извлекая медь (потребуется примерно 25 % существующего парка флотомашин). Обезвоживание и складирование продуктов обогащения требует незначительной реконструкции цеха ФСО с учетом количества дополнительных продуктов, получаемых при переработке клинкера.

При переработке клинкера на пилотной установке (МШР-500х600 мм, отсадочная машина МОД-0,2 и четырехкамерной флотомашини ФМ-0,1) получен угольный концентрат с содержанием углерода около 80 % и извлечении 73,9 %, железный концентрат с содержанием железа 70 % и извлечении 72,3 %, а также промпродукты следующего качества (табл. 5).

Суммарная стоимость товарной продукции (угольный концентрат, железный концентрат, медный промпродукт) составляет 2632,4 тыс. \$ US.

При определении затрат на разрушение клинкера и погрузку учитывали экономические показатели открытых горных работ (карьеров) при добыче железорудного сырья. Транспортные расходы определены с учетом тарифов, существующих в регионе. Эксплуатационные затраты обогатительных переделов определены, исходя из установочной мощности технологического оборудования, времени его эксплуатации, цены 1 кВт/ч электроэнергии, а также численности и заработной платы обслуживающего

Таблица 1
Результаты обогащения клинкера по гравитационно-магнитной схеме

Продукт	Выход, γ, %	Содержание, β, %					Распределение, %				
		Pb	Cu	Zn	Fe	C	Pb	Cu	Zn	Fe	C
Угольный гравиоконцентрат	22,36	0,12	0,10	0,93	4,56	34,77	2,74	3,33	4,14	4,70	77,74
Промпродукты гравитации	26,62	0,46	0,61	7,58	11,74	4,83	12,26	24,40	40,37	14,40	12,86
Железный концентрат	36,10	0,29	0,41	1,04	44,74	1,86	10,29	22,27	7,52	74,40	6,70
Хвосты гравитации	14,92	5,01	2,25	16,07	9,46	1,81	74,71	50,00	47,97	6,50	2,70
Исходный клинкер	100,00	1,00	0,67	5,00	21,71	10,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 2
Результаты магнито-флотационного обогащения клинкера

Продукт	Выход, γ, %	Содержание, β, %					Распределение, ε, %				
		Pb	Cu	Zn	Fe	C	Pb	Cu	Zn	Fe	C
Железный концентрат	25,67	0,50	0,01	1,98	62,70	0,20	12,77	0,38	10,14	74,14	0,51
Угольный концентрат	20,55	0,25	0,15	0,60	3,14	47,4	5,14	4,60	2,47	2,97	97,40
Хвосты обогащения	53,78	1,52	1,18	8,12	9,24	0,39	82,09	95,02	87,39	22,89	2,09
Исходный клинкер	100,0	1,00	0,67	5,00	21,71	10,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 3
Результаты обогащения клинкера по гравитационно-магнитно-флотационной схеме

Продукт	Выход, γ, %	Содержание, β, %					Распределение, %				
		Pb	Cu	Zn	Fe	C	Pb	Cu	Zn	Fe	C
Гравитационно-магнитный цикл											
Угольный гравиоконцентрат (легкая фракция гравитации)	22,36	0,12	0,10	0,93	4,56	34,77	2,74	3,33	4,14	4,70	77,74
Магнитный концентрат	36,10	0,29	0,41	1,04	44,74	1,86	10,29	22,27	7,52	74,40	6,70

Хвосты гравитации	41,54	2,09	1,20	10,63	10,92	3,75	86,97	74,40	88,34	20,90	15,56
Исходный клинкер	100,0	1,00	0,67	5,00	21,71	10,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Гравитационно-магнитно-флотационный цикл											
Угольный гравиоконцентрат (легкая фракция гравитации)	22,36	0,12	0,10	0,93	4,56	34,77	2,74	3,33	4,14	4,70	77,74
Угольный флотоконцентрат	5,34	0,23	0,17	3,47	4,07	28,58	1,24	1,34	3,71	1,00	15,26
Угольный общий концентрат	27,70	0,14	0,11	1,42	4,47	33,57	3,98	4,67	7,85	5,70	93,00
Железный концентрат	36,10	0,29	0,41	1,04	44,74	1,86	10,29	22,27	7,52	74,40	6,70
Хвосты флотации	29,14	2,94	1,68	14,52	14,83	0,10	85,73	73,06	84,63	19,90	0,30
Исходный клинкер	100,00	1,00	0,67	5,00	21,71	10,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 4

Результаты опытов, проведенных по принципу непрерывного процесса

Продукт	Выход, γ, %	Содержание, β, %					Распределение, %				
		Pb	Cu	Zn	Fe	C	Pb	Cu	Zn	Fe	C
Угольный концентрат	20,55	0,25	0,15	0,60	3,14	47,40	5,14	4,60	2,47	2,97	97,40
Железный концентрат	25,67	0,50	0,01	1,98	62,70	0,20	12,77	0,38	0,38	74,14	0,51
Отвальные хвосты	100,0	1,52	1,18	8,12	9,24	0,39	82,09	95,02	95,02	22,89	2,09
Исходный клинкер	100,00	1,00	0,67	5,00	21,71	10,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 5

Продукт	Выход, %	Содержание, %					Извлечение, %				
		Cu	Pb	Zn	Au, г/т	Ag, г/т	Cu	Pb	Zn	Au	Ag,
Сu пром- продукт	17,0	2,92	0,24	0,97	3,9	562,9	74,1	7,4	4,7	66,7	63,8
Pb-Zn пром- продукт	34,6	0,43	1,41	8,82	0,06	76,7	22,1	88,6	87,2	2,1	17,7

персонала. Эксплуатационные затраты составляют 7,49 \$ US/т, а с учетом накладных и прочих расходов около 10 \$ US/т.

Прибыль от реализации проекта составит 1,4 млн. \$ US. Таким обра-

зом, полученные технико-экономические показатели являются основанием для проведения полу- и промышленных испытаний разработанной технологии переработки лежалого клинкера завода ОАО «Электроцинк».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алентов П.Н. Новые процессы переработки клинкера //Цветные металлы. – 1991. - № 4. – С. 3-4.

2. Рыбалка Б.Т., Пилецкий В.М., Уздеваева Л.К., Ким К.Ф. Гравитационно-флотационный способ переработки клинкера

Цинкового завода //Цветные металлы. – 2000. - № 4. – С. 63-64

3. Купряков Ю.П., Кравченко Н.Д., Сланов А.Г. Исследование магнитной сепарации клинкера цинкового производства //Цветные металлы. – 1991. - № 3. – С. 23-24. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Паньшин А.М. – кандидат технических наук, технический директор ОАО «Электроцинк»

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 8 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. Е.А. Ельчанинов.



РУКОПИСИ,

ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

5. Эквист Б.В. Влияние свойств горных пород на устойчивость бортов карьеров подвергающихся сейсмическому воздействию взрывных работ (687/05-09 — 16.03.09) 2 с.
6. Эквист Б.В. Влияние интервалов замедлений короткозамедленного взрывания на устойчивость подземных выработок (688/05-09 — 16.03.09) 2 с.