Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова, т./XXУШ, 1978 г.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ ПИРРОТИНОВЫХ И ПЕНТЛАНДИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

Ф.Т.БУМАЖНОВ, К.МАКОВЕЙ

Подготовка медно-никелевых концентратов к электроплавке посредством их агломерирующего обжига и окислительный обжиг пирротиновых концентратов – головная операция сегрегационной технологии их переработки недостаточно изучены и вызывают большие затруднения. Настоящая работа посвящена исследованию основных закономерностей окислительного обжига указанных материалов с целью прогнозирования и интенсификации процесса.

Обжиг концентратов исследовался на установках кипящего слоя лабораторного[x] и укрупненно-лабораторного масштаба, где площадь пода составляла 0,I32 м^2 (табл. I).

Таблица 1

Химический состав исходных материалов, %

Концентрат		Ni	Cu	Fe	S
Характеристика	Номер				
	Пирротиновые				
Отношение пирротина гексагонального к моноклинному:					
1:8	1	3,88	1,17	47,88	29,56
6:1	2	1,39	0,50	57,80	34,86
	Пентландитовые				
Из кубанитовых руд	3	9,50	5,64	36,80	27,80
	4	11,80	3,88	43,10	31,00
	5	14,80	5,00	40,30	31,80
Из пирротиновых руд	6	9,80	5,30	41,00	33,00
	7	10,60	2,90	41,90	31,50
	8	8,40	6,50	39,60	30,80
	9	6,50	3,10	49,70	33,10

[x] К.Маковей, Ф.Т.Бумажнов.– В кн.: Новые исследования в химии, металлургии и обогащении. Вып. 7. Л., ЛГИ, 1976, с. 51–56.

Концентраты содержали 80-90% класса -0,074 мм. Для исследований в лабораторных и укрупненно-лабораторных опытах использовались окатыши крупностью соответственно -0,25+0,16 и 0,5-3,0 мм.

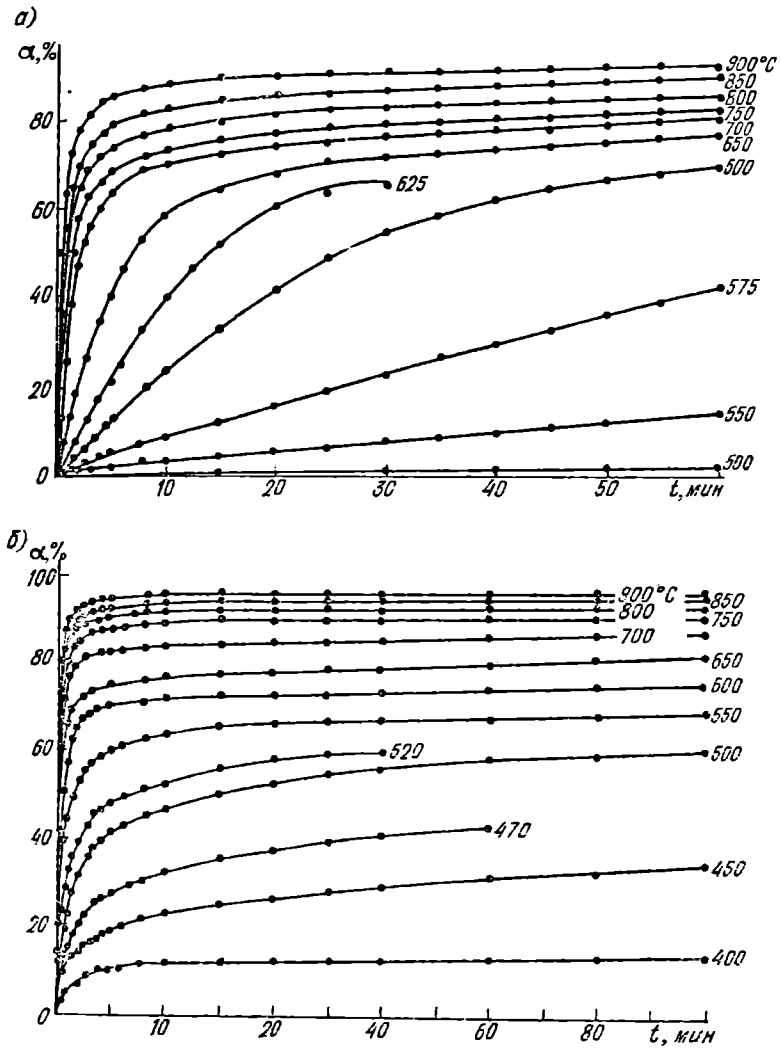


Рис. 1. Десульфуризация пирротинового (а) и пентландитового (б) концентратов в зависимости от температуры и продолжительности обжига

Опыты показали, что в начальный момент обжига (рис. I,а) пирротиновый концентрат окисляется интенсивно, а затем вследствие диффузионного торможения процесс замедляется и при температуре $T<540^{\circ}C$ протекает в кинетическом режиме, при $T>540^{\circ}C$ - в диффузионном. Изменение скорости окисления при $T<540^{\circ}C$ пропорционально концентрации кислорода в степени 0,2, при $T>540^{\circ}C$ - 0,92. Изменение крупности окатышей с 0,15 до 0,8 мм не оказывает заметного влияния на скорость процесса.

При $T<540^{\circ}C$ скорость окисления существенно гексагонального концентрата I (см. табл.I) в 3,5-4,0, а при $T>540^{\circ}C$ в I,2-I,8 раза больше аналогичной величины существенно моноклинного концентрата 2. При $T\geq 540^{\circ}C$ процесс характеризуется следующими зависимостями обобщенной константы скорости K :

концентрат I

$$K = 10^{1,33}_{exp} - 11500/RT; \quad (1)$$

концентрат 2

$$K = 10^{1,33}_{exp} - 12600/RT, \quad (2)$$

где R – газовая постоянная.

Окислительный обжиг исследованных пентландитовых концентратов в начальный период протекает интенсивно, а затем вследствие диффузионного сопротивления твердых продуктов реакции замедляется, так что каждому значению температуры соответствует определенная степень десульфуризации концентрата (рис. I,б). Практически сера полностью удаляется из концентратов при $T > 800^{\circ}C$.

Концентраты 3–5 начинают окисляться при T = 340–345°С, что совпадает с началом окисления кубанита, и при $T < 580^{\circ}C$ процесс сопровождается интенсивным сульфатообразованием. При $T < 540^{\circ}C$ окисление концентрата 3 протекает в кинетическом режиме, при $T > 540^{\circ}C$ – в диффузионном и характеризуется соответствующими температурными зависимостями:

$$K = 10^{7,7}_{exp} - 34600/RT; \quad (3)$$

$$K = 10^{1,19}_{exp} - 10950/RT. \quad (4)$$

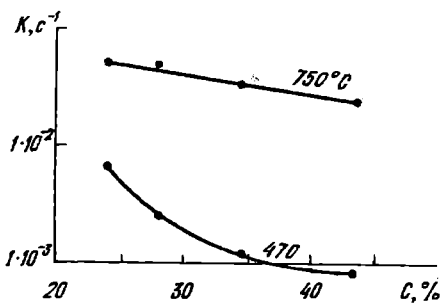


Рис. 2. Изменение скорости обжига в зависимости от содержания пентландита в концентрате C

Основной минерал концентратов – пентландит окисляется очень медленно. Увеличение его содержания с 24 до 43,3% значительно (в 9 раз) уменьшает скорость окисления концентрата при низкой температуре и менее существенно (в I,7 раз) при высокой (рис. 2).

Температура начала окисления концентратов 6–9 на 25–30°С выше температуры окисления концентратов 3–5, что связано с присутствием в них меди в виде халькопирита. Окисление концентрата 6 характеризуется следующими зависимостями:

при $T < 550^{\circ}C$

$$K = 10^{10,07}_{exp} - 44000/RT; \quad (5)$$

при $T > 550^{\circ}C$

$$K = 10^{1,13}_{exp} - 10800/RT. \quad (6)$$

При изменении содержания пирротина в концентратах 6–9 с 45 до 55% содержание пентландита в них остается практически постоянным (9–10%). Увеличение содержания пирротина в указанном пределе значительно (в I3 раз)

снижает скорость окисления концентрата при низкой температуре и менее существенно (в I,2–I,3 раза) при высокой. Скорость окисления концентратов при $T > 550^0$ пропорциональна концентрации кислорода в дутье и практически не зависит от крупности окатышей.

Окисление пирротин-халькопиритовой руды при $T > 750^0$С протекает в диффузионном режиме и для класса крупности –0,25+0,I6 мм характеризуется зависимостью обобщенной константы скорости

$$K = I0^{0,338} \exp - I0750/RT. \qquad (7)$$

При $T < 750^0$С изменение скорости окисления руды обратно пропорционально отношению квадратов диаметров обжигаемых частиц, что позволяет, измельчая руду до 0,053 мм и окатывая ее, резко интенсифицировать процесс. Скорость окисления кубанит-троилитовой руды в связи с повышенным в 2,6 раза содержанием в ней меди при $T < 750^0$С в I,5–5,5 раза выше пирротин-халькопиритовой. При $T > 750^0$С различие в скорости окисления руд незначительно.

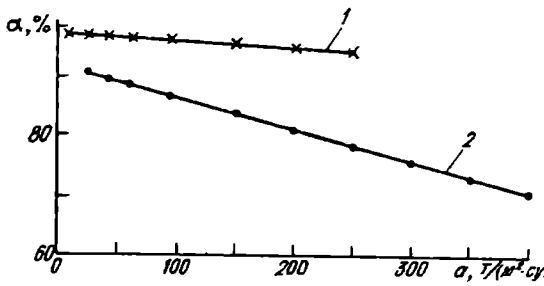


Рис. 3. Удельная производительность печи кипящего слоя σ в зависимости от десульфуризации концентрата:
1 – пирротинового; 2 – пентландитового

При окислительном обжиге всех исследованных материалов происходит преимущественное окисление сульфидов железа и выход ионов железа из решетки никелевых и медных минералов. При $T < 800^0$С и α = 50–75% окисление никеля и меди незначительно.

Расчет удельной производительности промышленной печи кипящего слоя на основании полученных данных проводился с использованием формулы

$$\alpha_i = \alpha_\tau (1 - b_i) \int_0^1 w e^{-b_i \tau} d\tau \qquad (8)$$

где α_i и α_τ – степень десульфуризации за данный промежуток времени и ко времени τ ; τ и b_i – безразмерное время и коэффициент времени; w – недоокисление концентрата.

Расчеты показывают (рис. 3), что обжиг пентландитового концентрата при $T \doteq 800^0$С и α = 62% (необходимой для получения штейна с 28% меди и никеля) и пирротиновых при T = 900^0С и α = 98,5% с кинетической точки зрения в состоянии обеспечить удельную производительность соответственно 380 и 60 т/(м^2·сутки).

Таким образом, производительность печного агрегата будет определяться аэродинамикой кипящего слоя, т.е. количеством дутья, вводимого в печь, и величиной теплосъема.

Обжиг пентландитового концентрата на укрупненно-лабораторной установке непрерывного действия при 800^{0}С, условной скорости дутья 0,4 м/с в нормальных условиях на воздушном дутье и дутье, обогащенном кислородом,

обеспечил удельную производительность печи соответственно 42,5 и 60 т/(м^2·сутки) при сохранении 80–90% никеля и меди в сульфидной форме (табл. 2).

Таблица 2

Результаты обжига на укрупненной установке

O_2, %	a, т/(м^2·сутки)	α %	Содержание Ni: общее, % / относительное, %		Содержание Cu: общее, % / относительное, %	
			сульфидного	окисленного	сульфидного	окисленного
21	42,5	64,3	8,40 / 87,50	12,00 / 12,50	63,00 / 85,10	11,00 / 14,90
30	60,0	63,5	7,45 / 83,70	14,50 / 16,30	58,00 / 87,60	0,32 / 12,40

Следовательно, обжиг пентландитовых и пирротиновых концентратов в кипящем слое обеспечивает высокую удельную производительность печи.