

CDU: 622.7-17 (729.16)

CONSIDERACIONES PRELIMINARES SOBRE EL BENEFICIO DE LAS COLAS DE NICARO

Ing. Guillermo Carthy C. Instituto Superior Minero Metalúrgico. C.Dr. José Falcón H. Instituto Superior Minero Metalúrgico.

RESUMEN

La influencia sobre el proceso de beneficio por separación magnética de la estructura de los minerales de hierro y la granulometría de las colas de la Empresa Niquelífera "Comdte. René Ramos Latour" de Nicaro, se analiza en el presente trabajo.

Estos factores se estudian a la luz de algunos datos obtenidos en el estudio de estas colas y se demuestra el importante papel que desempeñan sobre la efectividad del beneficio magnético.

ABSTRACT

This paper deals with the influence exerted by the structure of iron ores and grading of tailing from the "Comandante René Ramos Latour" nickel plant, in Nicaro, on the magnetic-separation bene-

ficiation process.

These factors are studied in the light of some data obtained from the study of these tailing and it is shown the important role they play in the efficiency of the magnetic-separation beneficiation process.

El aprovechamiento integral de las menas lateríticas y su racional explotación, conlleva a la extracción compleja de los componentes que ella contiene. Al igual que la materia prima laterítica, las colas de la planta niquelífera Empresa "Comdte. René Ramos Latour" de Nicaro, son un producto con una relación cuantitativa similar de los minerales de hierro a los restantes componentes; sin embargo la relación cualitativa es muy diferente.

En el presente trabajo se hace un análisis de datos obtenidos en el estudio de la beneficiabilidad de las colas de la planta niquelífera "Comdte. René Ramos Latour", y de la influencia de algunos factores en su beneficio por separación magnética.

Las lateritas aparecen debido a los procesos de intemperismo químico favorecidos por el clima húmedo y caluroso, procesos geológicos ocurridos hace miles de millones de años, lo que conllevó a una laterización de la costa norte de la Provincia de Holguín.

En la composición mineralógica de las lateritas de Nicaro predominan la hematita (Fe_2O_3), limonita ($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$) y la serpentina ($3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 9H_2O$), en menores cantidades cromitas y magnetitas.

La disposición cualitativa y cuantitativa de estos minerales en toda la altura del yacimiento no es igual, existiendo dos capas delimitadas por el contenido de Ni (1,22 en la limonita; 1,60 en la serpentina); Fe (49,00 y 12,00) y Co (0,07 y 0,03) [1].

En la fábrica "René Ramos Latour" de Nicaro, se somete al tratamiento metalúrgico una mezcla promediada de la parte limonítica y la parte serpentínica del yacimiento en una proporción de 3:1.

Durante el tratamiento en la

planta niquelífera, ocurren una serie de transformaciones que dejan huellas en la estructura y composición de las colas del proceso metalúrgico.

Durante la preparación de los minerales lateríticos, previo al tratamiento en los hornos de tostación reductora, se disminuye la granulometría del mineral desde un 55 a 60 % de la clase - 0,074 mm hasta 80 o 90 % - 0,074 mm con la consiguiente heterogeneidad de la superficie de los granos al interactuar con el reductor gaseoso.

El mineral enviado a la tostación se reduce en los hornos de soleiras múltiples, donde la temperatura alcanza valores de hasta 750 °C y ocurre la reducción de los óxidos de hierro secundarios a óxidos primarios, y a hierro metálico (en pequeña cantidad), ocurriendo transformaciones químicas que condicionan la estructura compleja de las colas.

La mena reducida se envía al tratamiento en la lixiviación (carbonato de amonio + aeración) que posibilita la disolución del Ni(NiO) y la precipitación de gran parte del hierro metálico como hidróxido.

Sumada la inestabilidad propia de la composición mineralógica de las lateritas, estos procesos agregan peculiaridades en la composición de las colas que sería importante señalar.

Alrededor del 70 a 75 % de las partículas minerales en las colas, se encuentran en la clase

- 0,074 mm, acumulando más del 85 % del hierro total y del 60 % del Cr_2O_3 (tabla No.1)

TABLA No.1 DISTRIBUCION CUALITATIVA DEL FE Y EL Cr_2O_3 EN LAS COLAS

Clases, mm	Salida %	Contenidos, %		Distribución	
		Fe	Cr_2O_3	Fe	Cr_2O_3
+ 0,2	4,15	33,05	2,19	1,37	0,09
-0,2 + 0,1	8,25	31,27	5,71	3,95	0,56
-0,1 + 0,074	5,25	33,15	6,65	5,69	0,91
-0,074+0,044	6,65	33,37	5,60	7,91	1,28
-0,044+0,02	63,25	47,95	2,48	38,24	2,84
-0,02 +0,01	8,0	32,27	1,57	40,84	2,96
-0,01 +0	7,4	33,27	0,8	43,30	3,01

La estructura de los minerales de hierro contenidos en las colas es muy variable, y cerca del 60 % de las combinaciones de hierro se observan en compuestos derivados

de la tostación reductora (tabla No.2) [4] donde además cerca del 10 % corresponde a combinaciones ferrosas no recuperables por separación magnética con $H < 95$.

TABLA No.2 DISTRIBUCION PROMEDIO DEL HIERRO EN LAS COMBINACIONES [1]

Combinaciones	Fe Total	Fe Met.	Espinelas		FeO SiO ₂
			Fe_2O_3	R De ₂ O ₃	
Contenido	42,7	0,90	29,81	7,21	4,79
Distribución	100	2,1	69,9	16,8	11,2

Como es conocido de la práctica mundial, por separación magnética en campos magnéticos de baja intensidad se separan aquellos minerales de hierro cuya composición esencial es de magnetita ($FeO \cdot Fe_2O_3$)

Las menas de hematita, martita (Fe_2O_3), limonita ($2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$) y siderita ($FeCO_3$) se someten previamente al proceso de tostación reductora magnetizante a una temperatura de hasta 800 °C en hornos de tambor rotatorio, principalmente, con el objetivo de reducir dichos óxidos a magnetita.

Durante el tratamiento de las menas lateríticas, en la Empresa "Cmdte. René Ramos Latour", éstas se someten a un proceso similar cuyas principales transformaciones son las de reducción de los óxidos de Ni a níquel metálico (cerca del 90 %) y del hierro a compuestos con pocas probabilidades termodinámicas de disolverse en el proceso de lixiviación, en especial compuestos con estructuras de espinelas del tipo inverso $RO \cdot Me_2O_3$. Precisamente en la red cristalina de las espinelas puede ocurrir el fenómeno del isomorfismo.

En la red cristalina de la magnetita los átomos de oxígeno forman una red densa de forma cúbica. Los iones de hierro trivalente se disponen formando tanto un tetraedro como un octaedro, en tanto los iones de hierro bivalentes forman sólo este último. El momento magnético de las mo-

léculas de magnetita está determinado en lo fundamental por la orientación paralela de los momentos magnéticos de los iones de Fe^{2+} en los octaedros.

Está demostrado fehacientemente que la sustitución de los iones de Fe^{2+} ocasiona una disminución del punto de Curie de la magnetita [3] (temperatura a partir de la cual comienza a perder el magnetismo), ocasionado por una disminución de la susceptibilidad magnética:

$$X = \frac{N^2 \mu^2}{3R} \frac{1}{T - T_c} \quad (1)$$

Donde:

- X - susceptibilidad magnética;
- μ - momento magnético de la molécula (en la magnetita es aproximadamente igual al del ion Fe^{2+});
- R - constante de los gases;
- T_c - temperatura del punto de Curie.

Por otra parte la sustitución de los iones Fe^{2+} por Mg, Mn, Ni, Co y de Fe^{3+} por Cr, Al y V condiciona una disminución de la constante de la red cristalina respecto a la magnetita estequiométrica ($a = 8,396 \pm 0,005 \text{ \AA}$), las cuales por sus propiedades magnéticas difieren de la misma.

En las colas de la Empresa "Cmdte. René Ramos Latour" se observan estos fenómenos, como resultado del cual el hierro se encuentra distribuido en una gama de compuestos con constantes que varían

en un rango amplio, en lo fundamental menores de $a = 8,396 \text{ \AA}$.

De acuerdo con las colas obtenidas en la determinación de los parámetros de la red cristalina de fracciones magnéticas recuperadas a diferentes valores de la intensidad del campo magnético en un analizador (tabla 3) se obser-

va que en ningún caso el valor de la constante cristalina alcanza el de la magnetita estioquiométrica, y disminuye desde 8,372 hasta 8,320 en las fracciones recuperadas en campos más intensos (95 Ka/m). En la fracción no recuperada hasta 95 Ka/m predomina un valor de la constante de $a = 8,240 \text{ \AA}$.

TABLA NO.3 CONSTANTES DE LAS REDES CRISTALINAS RECUPERADAS A DIFERENTES INTENSIDADES DE CAMPOS MAGNETICOS EN EL ANALIZADOR

Producto	H ; Ka/m	α A
F.M. a	30	8,372
F.M. b	52	8,362
F.M. c	72	8,322
F.M. d	95,7	8,300
F.N.M	95,7	8,240

Esto influye en el desigual comportamiento de las colas de Nicaragua en la separación magnética en comparación con los minerales de magnetita.

La experiencia mundial en el empleo de la separación magnética ha demostrado que las pérdidas principales de hierro ocurren en las primeras etapas del beneficio [3] . En general existe un rango de tamaño de partículas para el cual la recuperación es máxima, las clases de tamaño mayores o menores que el rango establecido se pierden en las colas de los separadores magnéti-

cos. Durante la tostación las partículas de tamaños diferentes se reducen en grados diferentes: mayor grado de reducción en partículas más pequeñas y el menor grado de reducción en las más gruesas.

Examinando al proceso de separación magnética como un proceso de transferencia de masa, se puede plantear que la cantidad de partículas magnéticas recuperadas en determinado instante de tiempo da/dt es proporcional a su concentración instantánea a' o sea al contenido en el baño del separador y a la velocidad

de su recuperación [2] .

$$A = f(R)$$

Donde:

F_R - resultante de las fuerzas que concurren sobre las partículas.

$$F_R \geq 0; F_R = F_M + F_g + F_c + F_i + F_s \quad (2)$$

F_M, F_g, F_c, F_i, F_s - son fuerzas magnéticas de gravedad, centrífuga, de inercia y resistencia al medio correspondiente que actúan sobre la unidad de masa de partículas, N/kg .

De estas fuerzas, la fuerza de resistencia del medio en mayor medida depende del tamaño de las partículas, cuando las mismas tienen tamaños menores de 0,04 a 0,02 mm .

Según Stooke:

$$R = 3\pi\mu av$$

de donde:

$$F_c = \frac{3\pi\mu av}{\frac{\pi a^3}{6} \delta} = 18 \frac{\mu v}{a^2 \delta} \quad (3)$$

donde:

R - fuerza de resistencia del medio ;

a, δ - tamaño y densidad de las partículas ;

μ - viscosidad dinámica del medio.

La resistencia del medio desempeña un papel importante en la recuperación de las partículas magnéticas en tamaños pequeños, y por ende exige un mayor valor de la fuerza de campo magnético (Hgrad H) para la recuperación de las partículas.

En la actualidad se experimenta a escala semiindustrial el empleo de la separación magnética de las colas, en la planta piloto del SIME en Nicaro. Según datos de trabajo de la planta por el esquema actual (figura No.1) las pérdidas de hierro en las colas son significativas (tabla No.4) .

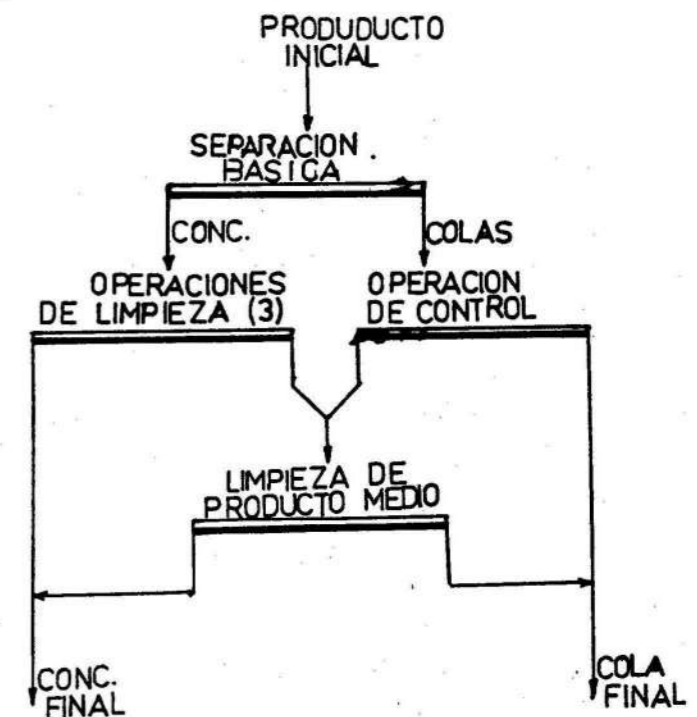


Fig.1. Esquema de experimentación para el estudio del beneficio de las colas.

TABLA No.4 DISTRIBUCION DEL METAL EN ALGUNOS PRODUCTOS DEL ESQUEMA DE BENEFICIO I 1 3

Clases, mm	SEPARACION MAGNETICA BASICA				CONTROL DE COLAS			
	Alimentación		Concentrado		Cola		Distrib.	
	Salida	Contenido	Salida	Contenido	Salida	Contenido	Salida	Contenido
	%	de Fe %	%	de Fe %	%	de Fe %	%	de Fe %
+ 0,15	16,3	41,7	23,9	49,9	11,926	20	29,9	20
+ 0,071	15,0	40,9	17,3	47,6	8,235	24,6	11,2	24,6
+ 0,044	19,1	45,5	11,0	48,6	5,346	35,5	14,2	35,5
+ 0	49,6	46,6	23,113	49,8	23,804	41,0	49,7	41,0
Total	100,0	44,7	100,0	49,3		34,16	100,0	34,16
CONTROL DE COLAS								
+ 0,15	29,9	20	5,98	10,8	47,5	5,13	15,9	11,9
+ 0,071	11,2	24,5	2,76	17,8	48,3	8,633	20,7	23,4
+ 0,044	14,2	35,5	5,041	13,3	48,7	6,477	14,3	27,0
+ 0	45,7	41,0	20,377	58,1	50,0	29,05	49,1	37,0
Total	100,0	34,16		100,0	49,29		100,0	28,75
TOTAL DE ESQUEMA								
+ 0,15	16,3	41,7	6,797	28,19	55,1	15,53	13,9	21,9
+ 0,071	15,0	40,9	6,135	10,91	54,0	5,89	17,8	33,2
+ 0,044	19,1	45,5	8,69	15,1	54,7	8,15	14,9	39,4
+ 0	49,6	46,6	23,113	45,8	53,6	24,54	53,4	45,7
Total	100,0	44,74		100,0	54,11		100,0	39,68

Más de la mitad de las pérdidas de metal en las colas del beneficio se acumulan en las partículas menores de 0,044 mm, que al mismo tiempo constituyen prácticamente la mitad del producto alimentado.

Considerando la granulometría relativamente fina que presentan las colas, pueden considerarse como un caso particular dentro del beneficio magnético de minerales, con el esquema señalado se obtienen buenos resultados para el tratamiento de otros minerales magnéticos y en nuestro caso, en el concentrado de las limpiezas se recupera menos de la mitad, del metal contenido en la cabeza [4]

Este fenómeno se agudiza con la presencia en la cabeza (producto de la operación de reducción) de un alto contenido de residuos de la combustión del petróleo que se encuentran fundamentalmente en la superficie de las partículas, y que en la preparación de la pulpa para el beneficio pasan en cantidades considerables a la fase líquida, influyendo en su viscosidad con las consecuencias correspondientes (fórmulas 2,3) .

CONCLUSIONES

El estudio de la beneficiabilidad de las colas de la Empresa "Cmdte. René Ramos Latour" de Nicaro para la separación magné-

tica ha demostrado que la homogeneidad, variabilidad y estabilidad del proceso de tostación reductora desempeña un papel significativo en el beneficio.

Las pérdidas del componente metálico en las colas después del beneficio están ligadas a la disminución de las propiedades magnéticas de la materia prima en los componentes de constantes cristalinas menores que la de la magnetita estequiométrica, y a la dificultad de recuperación de las partículas de granulometría fina que están contenidas en ella lo que debe contemplarse en las características constructivas de los separadores empleados.

REFERENCIAS

1. HERNANDEZ, S. y OTROS : Metalurgia extractiva de los minerales de níquel oxidados. La Habana, Instituto Cubano del Libro, 1974.
2. KARMAZIN, B.I.: Beneficio de menas de metales ferrosos. Moscú, Nedra, 1982. En ruso.
3. LAMAVSTEV, L.A. ; N.A. NESTEROVA y L.A. DROBCHENKO: Beneficio magnético de menas fuertemente magnéticas. Moscú, Nedra, 1979.
4. VAZQUEZ, R. y .M. FOUMIER: "Estudio de la obtención de concentrados de hierro a partir de las colas de Nicaro". Trabajo de Diploma. Biblioteca ISMM, 1983.