

CONCLUSIONES

1. Al emplear el C.B.Ni.A. para la purificación de los licores de sulfato de Ni+Co es posible obtener eficiencias de eliminación altas, superiores al 99 % para el caso del Co y el Mn y superiores al 94 % para el Zn.
2. Los sólidos que se obtienen producto del tratamiento de los licores con C.B.Ni.A. por sus características químicas se convierten en un atractivo para la recuperación posterior del Co y el Mn.
3. Los licores productos que se obtienen al utilizar el C.B.Ni.A. para purificar las soluciones de sulfato de Ni+Co se pueden emplear en cualquier proceso de refinación para obtener productos de alto valor comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALFONSO, G.S. y otros: "Estudio de la purificación de los licores de Ni y Co obtenidos a partir de los sulfuros de la empresa Pedro Sotto Alba empleando C.B.Ni.A. con más del 50 % de la actividad". Informe de investigación. CIL, Moa, 1991.
2. DUVAUCHIK, P.: "Producción de óxido negro soluble por medio de la calcinación del C.B.Ni.A." Boletín del consejo técnico para la metalurgia de los metales no ferrosos pesados. Checoslovaquia, No. 2, p. 34, 1975.
3. ETTTEL, V.A. y otros: "Novel oxidant for nickel hydrometallurgy". Hydrometallurgy, No. 4, 247-257, 1979.
4. ETTTEL, V.A. and MOSOIN, M.A.: "Preparation of nickel black". U.S. Pat. 406216.
5. VALDES, A. y otros: "Estudio de la separación de Co a partir de los licores de sulfatos de Ni+Co obtenidos por la disolución de los sulfuros". Informe técnico. CIL, Moa, 1991.
6. VALDES, A. y otros: "Obtención de cátodos de Ni electrolítico empleando C.B.Ni.A." Reporte de Investigación. CIL, Moa, 1990.
7. ZELIKMAN, A.N. y otros. Teoría de los procesos metalúrgicos. Moscú, 347-359, 1982.

ELABORACION DE PIEDRAS SEMIPRECIOSAS

El ISMMM aporta piedras semipreciosas tales como: cuarzo (drusas y geodas), calcedonia de diferentes tonalidades (naranja, violeta, gris, etc.), jaspes (rojos, pardos) y ópalos de diferentes colores. El objetivo de este proyecto es realizar producciones de muestras pulidas con calidad de gemas para la industria artesanal turística nacional y extranjera; lo cual constituye una fuente de ingreso segura debido a la alta demanda en el creciente mercado del turismo y la gemología.

Por ejemplo, una muestra cuadrada de amatista de calidad media tiene un valor de 1.20 USD por quilate (un quilate = 0.2 g). Una geoda de ágata pulida de calidad media vale 6.0 USD el kg, pudiéndose duplicar su valor en dependencia de su calidad. Mientras que una muestra de jaspe de buena calidad vale a partir de los 15 quilates (3 g) 0.3 USD/quilate. En el caso del ópalo, una muestra de calidad media entre 1 y 2 quilates tiene un valor de 8.0 USD.

La Facultad de Geología del ISMMM cuenta con un laboratorio de preparación de muestras y equipamiento para la caracterización de las propiedades ópticas y físico-mecánicas de las piedras y personal calificado para realizar la producción cooperada de artículos a partir de éstas. El centro para la elaboración cooperada de piedras semipreciosas brinda materia prima por un plazo no menor de 5 años, con producciones anuales en un rango de 0,5 a 5 ton en dependencia de las distintas variedades.

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO DE MOA (ISMMM)

CORRESPONDENCIA

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM)
Facultad de Geología
Las Coloradas S/N
Moa 83330
Holguín
Cuba.

PREPARACION Y BENEFICIO DE MINERALES LATERITICOS EN EL PROCESO DE LIXIVIACION ACIDA A PRESION

Ing. José Falcón Hernández*
Ing. Alberto Hernández Flores**

* Instituto Superior Politécnico Julio Antonio Mella
** Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

RESUMEN: En el trabajo se brindan los resultados obtenidos en la realización de ensayos continuos en el procesamiento de mineral crudo y producto espesado alimentado al proceso de lixiviación ácido en la Empresa Pedro Sotto Alba (ECPSA), así como con la capa superior no procesada (escombro) de los yacimientos suministradores de la materia prima mineral. Los esquemas analizados pueden sustituir la actual preparación del mineral con la ventaja de hacer posible la concentración de elementos y la homogenización de fases minerales en los productos separados. Estos incluyen reducción de tamaño, lavado, separación magnética y beneficio gravitacional.

ABSTRACT: The work offers the results obtained during continuous experiments of mineral processing, sieved and the condensed product subjected to the acid lixiviation process in the nickel plant Pedro Sotto Alba, as well as the unprocessed upper layer (rubbish) of the raw-material.

The schemes analyzed here can be replace with the present preparation of the mineral with the advantage of a possible concentration of its elements and the homogenization of the different stages of the minerals separated in thr product. These include reduction of its size, washing, magnetic separation and gravitational benefit.

INTRODUCCION

La preparación mecánica del mineral para su procesamiento en el proceso de lixiviación ácido que se utiliza en la ECPSA de Moa está constituida por lavado y cribado del mineral, separándose las fracciones mayores de 0,83 mm (20 mallas) que se rechazan y los menores, que pasan al proceso. Con esta operación se logra disminuir el contenido de magnesio en el material suministrado pero al mismo tiempo se producen pérdidas de Ni que en algunos casos llegan a sobrepasar el 20 %.

El trabajo tiene como objetivo demostrar que pueden ser utilizados otros esquemas de preparación, incluyendo operaciones de beneficio para separar fases minerales en diferentes productos e incrementar la concentración de algunos elementos.

La separación y concentración de elementos componentes o fase minerales se ha considerado posible a partir de los conocimientos que sobre el fenómeno de intemperismo de la corteza serpentínica y en particular, de procesos de concentración y dispersión de componentes se han acumulado (8, 1, 7, 6). Se han determinado regularidades tales como:

- la disminución de la sílice y el magnesio es proporcional a la desintegración de la roca madre, por lo cual los pedazos más resistentes y relativamente grandes resultan mayores contenedores de estos elementos.

- con el avance del proceso de intemperismo se produce una concentración de hierro en las partículas con tamaño de algunos micrones y submicrones (lamas). El Ni también tiende a concentrarse en estas lamaz.
- el cromo, cobalto y manganeso por lo general se concentran en clases de tamaño entre 30 y 200 micrones (1, 7, 3).

Los ensayos a nivel de laboratorio (4) realizados con la limonita, serpentina y la mezcla de ellos suministrada a la Empresa Ernesto Guevara, evidencian que la reducción del tamaño por trituración mejora los indicadores de lavado y la separación de las fases minerales se incrementa. Sin embargo no resulta tan evidente la separación de los minerales contenedores de magnesio en las diferentes clases de tamaño cuando se utiliza la molienda.

Para el beneficio y concentración de diferentes elementos se requiere la separación magnética, para separar minerales de hierro y procesos gravitacionales para separar componentes pesados y ligeros.

En otros trabajos consultados (7, 6, 2) se han obtenido resultados similares con otros minerales o productos.

Lo anterior indujo a confirmar en esquema continuo las posibilidades de mejorar el lavado e incrementar la concentración de componentes minerales.

DESARROLLO

Para la realización de los ensayos continuos se utilizaron los siguientes equipos: triturador de quijada de labo-

ratorio, instalación de molienda compuesta de molino de bolas de descarga a través de la parrilla 0,44 x 0,47 m y

clasificador de espiral de 1,10 m de longitud (estos equipos de la firma Kovo, Checoslovaquia); lavadora de paletas construída como prototipo a escala de la utilizada en la planta de lavado de la ECPSA, separador magnético de tambor (D = 0,63 m) por vía húmeda, baja intensidad (regulable) con posibilidades de variar el tipo de baño (se utilizó el tipo a contracorriente) modelo ЭМ - 63/7 de la CEI, mesa de concentración tipo Wirfley con superficie útil de 0,32 m, separador de espiral de diámetro 0,23 m y con 3 espiras. La capacidad de la instalación en trabajo continuo fue de 50 kg/h aproximadamente.

Se sometieron a ensayos, el producto preparado de la ECPSA para lixiviación, el mineral crudo suministrado a la planta de lavado y el escombros de los yacimientos que abastecen a la ECPSA.

TABLA 1. Beneficio de muestras de los espesadores de pulpa.

Producto	%	Contenido (%)		
		Ni	Fe	Cr ₂ O ₃
Alimentado	100	1,67	47,4	2,50
Magnético (-0,83+0,15 mm)	1,93	1,73	57,3	2,51
Concentrado de la mesa (-0,83+0,15 m)	0,45	1,22	23,6	5,72
Producto medio de la mesa (-0,83+0,15 mm)	3,39	1,58	33,5	3,85
Cola de la mesa (-0,83+0,15 mm)	5,13	1,74	42,9	4,42
Reboso del 2do clasificador (-0,074 mm)	-84,34	1,69	48,3	2,08
Magnético (-0,15+0,074 mm)	0,53	1,53	57,8	1,91
Concentrado de la mesa (-0,15+0,074 mm)	0,41	1,23	34,2	7,80
Producto medio de la mesa (-0,15+0,074 mm)	1,44	1,53	38,6	6,24
Cola de la mesa (-0,15+0,074 mm)	2,85	1,61	46,0	5,98

El segundo esquema incluye la preparación del material con reducción por trituración a 4,5 mm y el posterior lavado y cribado a 0,83 mm. Se utilizó una sola etapa de clasificación, pero el producto no magnético de las arenas se cribó a 0,074 mm (200 mallas) y las clases separadas se beneficiaron en canales (separadores) de espiral y mesas de concentración. El reboso del clasificador se sometió a separación magnética y separador de espiral.

En la tabla 2 se brindan los contenidos compósito del rechazo, productos magnéticos pesados y ligeros. El producto pesado lo componen, los productos de tal denominación de los separadores de espiral concentrado de las mesas y productos medios del beneficio de las arenas de clasificación y los productos ligeros incluyen los de los espesadores de espiral, las colas de las menas y productos medios del reboso de la clasificación.

TABLA 2. Preparación del mineral incluyendo la trituración antes del lavado.

Producto	Salida (%)	Contenido %				
		Ni	Co	Fe	Cr ₂ O ₃	Mg
Magnético	5,82	1,15	0,20	53,7	1,88	0,55
Pesado	29,08	1,13	0,17	37,6	4,84	0,63
Ligero	65,10	1,29	0,12	48,7	2,18	0,49
Mineral	100,00	1,24	0,14	45,8	2,94	0,53

Debe significarse que el producto pesado de los separadores de espiral que benefician la clase de tamaño +0,074 mm tienen salida $\gamma = 2,41\%$ respecto al producto lavado -0,83 mm, contenido de Co = 0,38%, Ni = 0,84% y otros productos y/o muestras de los ensayos han tenido contenidos de Co más altos. En general se observa que el cobalto se enriquece en la clase -0,83 +0,074 mm, mientras que el hierro y el níquel lo hacen en la clase -0,030 mm.

El primer esquema contiene los resultados obtenidos con muestras tomadas de los espesadores de pulpa (producto que se suministra a las autoclaves de lixiviación). En este caso la pulpa se diluyó hasta un 30% de sólidos y se separó en dos clasificadores de espiral en cascada. Las arenas de ambos clasificadores se sometieron a separación magnética y el producto no magnético se benefició en mesas de concentración.

El contenido de Ni en la muestra resulta superior a los contenidos comunes en la planta. Los resultados manifiestan incremento de Ni y Fe en las fracciones finas y ligeras y del cromo en las fracciones pesadas.

En el estudio del mineral crudo se incluyeron esquemas de preparación con el lavado utilizado en la ECPSA y reducción de tamaño, es decir trituración y molienda. Los resultados de este esquema se muestran en la tabla 1.

El tercer esquema incluye la reducción de todo el mineral a -0,83 mm, con lo cual se elimina la operación de lavado. El esquema incluyó el cribado de arenas de la clasificación a 0,074 mm (200 mallas) y del reboso a -0,045 mm (325 mallas) y también se realizaron ensayos por elutriación, de forma discontinua.

Los datos que aparecen en la tabla 3 son el compósito de la agrupación de productos de manera similar al segundo esquema.

Los resultados del tercer esquema minifican una menor separación de los componentes, motivado por el efecto de la molienda que incrementa el magnesio, sílice y otros elementos en las fracciones finas y perturba la distribución natural del proceso de intemperismo. Sin embargo, el Ni se mantiene con menor concentración en las clases de tamaño grueso y fracciones pesadas, así se tienen que ir uniendo todos los productos de la clase de tamaño +0,045 mm, la salida de estas representa $\gamma = 11,71\%$ y sus contenidos resultan Ni = 0,95%, Co = 0,25%, Fe = 35,0%, Cr₂O₃ = 4,16% y Mg = 0,83%. Los resultados del esquema aparecen en la tabla 3.

TABLA 3. Preparación con lavado y reduciendo todo el mineral a -0,83 mm.

Producto	Salida (%)	contenido %				
		Ni	Co	Fe	Cr ₂ O ₃	Mg
Magnético	14,68	1,18	0,16	56,7	1,78	0,41
Pesado	20,73	1,04	0,35	33,7	4,21	1,50
Ligero	74,59	1,34	0,11	48,5	2,05	0,33
Lavado (-0,83 mm)	100,00	1,27	0,14	47,1	2,41	0,49
Residuo (+0,083 mm)	-	0,55	0,072	31,6	1,52	6,30

El cuarto esquema representa el beneficio de la capa superior del yacimiento (escombros) que no es procesado. Se reportan los contenidos de Co, Fe y Cr₂O₃ en los productos. El contenido de Ni promedio de la muestra es de 0,43% y presenta variaciones poco significativas en los diferentes productos por lo cual no se reflejan. El producto no magnético se benefició en canales de espiral y en mesas de concentración.

Los resultados de este esquema se muestran en la tabla 4 e indican que el cobalto se incrementa en la arena de la operación de clasificación. Aparece el incremento de hierro en la clase +0,83 mm debido a la separación de los "perdigones" o "balines" constituidos por aglomerados naturales con alto contenido de hierro.

TABLA 4. Preparación y beneficio del escombros.

Producto	Salida (%)	Contenido %		
		Cr ₂ O ₃	Fe	Co
Alimentado	100,00	2,90	48,59	0,032
Rechazo (+0,83 mm)	38,5	2,92	50,01	0,029
Reboso del clasificador	31,0	2,59	44,40	0,025
Magnético de la arena	0,2	1,58	58,9	0,102
Pesado del sep. espiral	1,48	4,48	46,94	0,041
Ligero del sep. espiral	28,42	2,71	43,1	0,071
Concentrado de la mesa	1,7	6,31	42,83	0,102
Producto medio de la mesa	15,5	3,79	45,95	0,041
Cola de la mesa	13,1	2,46	44,88	0,036

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los ensayos realizados ponen de manifiesto que se produce un incremento en los contenidos de cobalto y cromo en las arenas de la clasificación hidráulica (partículas de la clase de tamaño -0,02 +0,03 mm aproximadamente). El cobalto tiende a concentrarse en las fracciones magnéticas y pesadas del beneficio gravitacional, aunque este último en algunos casos tuvo variación.

La cromita se encuentra en el producto no magnético y en la fracción pesada del beneficio gravitacional.

El níquel se concentra en las clases de tamaños finos y en los productos ligeros del beneficio gravitacional.

El hierro se presenta en las clases de tamaños más finos fundamentalmente, aunque aparece también una cantidad con alta susceptibilidad magnética y en el caso de escombros los "perdigones" también lo concentran.

Se evidencia que la trituración previa del mineral ayuda a incrementar la efectividad del lavado, sin embargo, la molienda rompe la distribución granulométrica natural del intemperismo y afecta la posterior separación de componentes.

Los esquemas combinados de clasificación-separación magnética-beneficio gravitacional, permite obtener productos diferenciados en contenido de los diferentes componentes metálicos presentes en estos minerales.

Las clases de tamaño más finas concentran el níquel y el hierro al tiempo que disminuye el contenido de magnesio. Algo similar ocurre con los productos magnéticos, aunque en este caso el níquel decrece.

CONCLUSIONES

1. La preparación del mineral laterítico para la lixiviación ácida a presión puede ser ampliada con procesos de beneficio para lograr la separación y concentración de fases minerales, lo que puede mejorar la extracción de

diferentes componentes y regular la homogenización de la mena alimentada al proceso.
2. Los procesos de beneficio pueden asegurar la obtención de un producto con una relación Ni:Co favorable para la obtención de este último así como de la cromita.

REFERENCIAS

1. AMMON-CHOKROUN, M: "Contribución a la valoración de las ferritas níquelíferas en Nueva Caledonia". Trad. CIPIMM, C. Habana, 1977.
2. FALCON FERNANDEZ, J. y G. CARTH Y CORREA: "Estudio de factibilidad del beneficio de las colas de Nicaro". Ponencia presentada al I Coloquio Científico del ISPJAM, 1989.

3. FALCON FERNANDEZ, J. y A. HERNANDEZ FLORES: "Determinación de los esquemas racionales para la preparación y beneficio integral de minerales lateríticos". Informe de Investigación. DICT. ISPJAM, 1990.
4. — y A. COELLO. "Preparación mecánica de los minerales lateríticos". Seminario Internacional sobre Tecnología de lixiviación ácida de Minerales Lateríticos, Moa, 1991.
5. HERNANDEZ ESTRADA S. y otros: "Metalurgia extractiva de los minerales oxidados de níquel". ICL, 1972.
6. KIRBY D. y D. GEORGE: "Coproducción de cromita de níquel de lateritas, Circ. Bur Mines U.S. Dept. Int., 1986.
7. ONODERA, I.: Invet. Inaizumit. Attempts of the beneficiation of laterite nickel ore" Inst. J. of Min. Processing 19, Bélgica, 1987.
8. RODRIGUEZ CARDONA, A.: "Prospección y exploración de las cortezas de intemperismo sobre ultramafitas en Nicaro y Pinares de Mayari". Tesis en opción al grado de C.Dr en Ciencias Geológicas, ISMM, Moa, 1990.

Comunicación de logros Científico-Técnicos del Centro de Investigaciones de Soldadura (UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS)

LOGROS QUE SE OFERTAN

- Fundente fundido CIS F10, obtenido a partir de minerales cubanos (85 - 90 % de su composición), que sustituye a los fundentes AH 348A y AS 200 (400 ton de consumo anual en Cuba).
- Tecnología para su producción (know how).

CAMPO DE APLICACION DEL FUNDENTE FUNDIDO CIS F10

El Fundente Fundido CIS F10 está destinado para la soldadura automática y semiautomática por arco sumergido de aceros de bajo contenido de carbono y baja aleación tales como: Bct 3c, Bct 3, 18k, 20k y similares. Es decir, aceros para la construcción de equipos agrícolas, tales como barras de tiro, implementos de diferentes tipos, vagones o carretas, construcción de equipos para centrales azucareros como domos, calderas, vaporizadores, etc y construcciones soldadas disímiles tales como: vigas armadas y contenedores.

EXTENSION DEL CAMPO DE APLICACION DEL FUNDENTE FUNDIDO CIS F10

Puede ser utilizado en forma de fundentes (de forma mecánica o aglomerada) para el relleno superficial de piezas sometidas al desgaste como por ejemplo ruedas de ferrocarril, rodillos de esteras y reparación de cigüeñales. El fundente fundido CIS F10 se ha probado no sólo a escala de laboratorio en el CIS, sino también en diferentes fábricas donde, según el criterio de los especialistas de estos centros, presenta buenas propiedades tecnológicas, como lo ratifican sus avales.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE SOLDADURA

UNIVERSIDAD DE LAS VILLAS

El Ingeniero Carlos René Gómez P. y el Dr. Rafael Quintana Puchol del Centro de Investigaciones de Soldadura de la Universidad de las Villas realizaron un estudio sobre la obtención de fundentes fundidos a partir de materias primas minerales cubanas, lo cual arrojó importantes resultados. El primero de estos resultados lo constituye la tecnología de obtención de fundentes fundidos a partir de minerales cubanos y la confección del equipamiento necesario para la misma. La segunda, y no menos importante, lo constituye la obtención del primer fundente fundido cubano (CIS F10) con un 90 % de sus componentes de procedencia nacional y cuyo comportamiento lo hace similar a productos de prestigiosas firmas comerciales. Es de destacar que además de poderse utilizar para la soldadura, el fundente fundido CIS F10 puede ser utilizado para la recuperación de piezas desgastadas en cualquiera de estas tres variantes:

1. Relleno superficial (recargue) con fundente CIS F10 y alambre aleado.
2. Recargue con la mezcla mecánica o aglomerada del fundente CIS F10 y un fundente cerámico, empleando un alambre sin aleación.
3. Recargue con el fundente CIS F10 y ferroaleaciones, en forma de un material aglomerado único, empleando un alambre sin aleación.

VALORACION MINERALOGICA DEL MATERIAL PROCESADO EN LA EMPRESA ERNESTO GUEVARA

Ing. Arturo Rojas Purón*
Ing. Moraima Fernández*
Ing. Alexander Lapin**

* Instituto Superior Minero Metalúrgico
** Instituto de Minas de Leningrado

RESUMEN: Se presenta un estudio de las fases minerales presentes en el material que se alimenta a la industria Ernesto Guevara y se valoran las transformaciones que sufre dicho material durante el proceso de reducción y lixiviación carbonato amoniacal. Se realizaron análisis granulométricos, de difracción de rayos X y Espectroscopía de Absorción Atómica, lo que permitió establecer que la presencia de olivino y magnetita en estos materiales, dificultan la recuperación del Ni en el proceso metalúrgico.

ABSTRACT: A study of mineral phases present in the material supplied to Ernesto Guevara Nickel Plant is shown, as well as the material transformation that takes place during the reduction-leaching; carbonate ammoniacal process. X-ray diffraction, Atomic Absorption Spectroscopy and granulometric analyses suggest that olivine and magnetite present in this material hinder the recuperation of nickel in this technological process.

INTRODUCCION

Entre los problemas que presenta la industria Ernesto Guevara está el relacionado con la no completa recuperación del níquel potencialmente extractable del material inicial sometido a reducción y posteriormente a lixiviación carbonato amoniacal, por lo que la presente valoración mineralógica está dirigida a aportar ideas que permitan esclarecer las causas de este fenómeno negativo.

Las características mineralógicas del material no lixiviable en esta industria niquelera son poco conocidas, prácticamente no se ha reportado ningún estudio mineralógico sobre este material, aún cuando es conocido el hecho de que el Ni puede ser retenido en las redes cristalinas de los minerales presentes en las lateritas, como lo han

demostrado Ammon Chokroum M, 1972; Cordeiro A.C, et al, 1987; Kunhel R.A. et al, 1978 y Rojas Purón L.A. et al, 1989. De tal forma que se aprecia la necesidad de valorar con cierta profundidad la composición mineralógica de este material, tanto el alimentado a los hornos como los subproductos no lixiviados en las etapas siguientes.

Se trata de dar respuesta a dos aspectos esenciales del problema:

- la composición mineralógica del material sólido no lixiviable en el proceso carbonato amoniacal.
- explicar los cambios que se operan en los minerales presentes en el material procesado.

Muestreo

Con el objetivo de conocer la evolución que sufre el material laterítico desde su entrada al horno (muestra HR-1) hasta la zona de lavado (muestra 221), se realizó el muestreo puntual en los diferentes puntos, los cuales

quedan expresados según datos de la tabla 1, tratándose de obtener información sobre los cambios que sufre el material al salir de las diferentes etapas de lixiviación y sedimentación.

TABLA 1. Muestras Analizadas y su Composición Química Parcial.

Muestras	Representatividad	Contenido en %				
		Ni	Ni	Fe	Fe	Co
HR-1	Mineral inicial	1,36	—	38,5	—	0,08
101	Mineral reducido	1,56	1,21	42,9	2,21	0,11
108	Mineral lixiviado	0,63	0,20	42,6	2,20	0,09
120	Mineral lixiviado	0,60	0,19	42,7	1,88	0,10
130	Mineral lixiviado	0,62	0,16	43,0	1,46	0,10
221	Pulpa de las colas	0,51	0,06	41,3	1,56	0,08

Cada una de las muestras, que son representativas y reales de cada etapa del proceso metalúrgico fue sometida a:

- separación granulométrica

- separación magnética

La figura 1, expone la trayectoria de las distintas etapas de preparación de muestras.