

10. RODRIGUEZ, R y J. CASTELLANOS: Estudio de la intensificación de la agitación en los turboaeradores industriales. *Nicaró*, 1969.

11. ZELIKMAN, A.H.: *Teoría de los procesos hidrometalúrgicos*. Moscú. Editorial Mir, 1975.

CDU: 54.06:669.214-032.42 (729.1)

CONVOCATORIA

La Unión de Empresas del Níquel y el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa convocan a participar en el III Encuentro Científico-Técnico del Níquel que se celebrará en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa durante los días 18, 19 y 20 de diciembre de 1986, paralelamente a un seminario-internacional sobre la Tecnología Carbonato-Amónica.

PARTICIPACION

Podrán participar los técnicos, especialistas y todo aquel personal de Centros de Investigación, Centros Universitarios y de la Industria que desarrollen trabajos vinculados a la rama minero-metalúrgica.

Solicite su modelo de inscripción a:
C. Dr. Ing. José Falcón Hernández
Comisión Organizadora del III Encuentro Científico Técnico del Níquel
Instituto Superior Minero Metalúrgico
Moa, Holguín, CUBA
Teléfonos: 6-8218, 6-7300 y 6-7909

REQUISITOS PARA LA PRESENTACION DE RESUMENES

Los resúmenes deben tener una extensión no mayor de 300 palabras, mecanografiadas a dos espacios en papel 215 x 280 mm, con original y copia; márgenes laterales, superiores e inferiores de 30 mm, sin tachaduras, borrones o enmiendas.

CALENDARIO

Envío de resúmenes	Hasta 30-5-86
Notificación a los autores de la aceptación de los resúmenes	Hasta 15-7-86
Envío de los trabajos	Hasta 15-9-86
Notificación a los autores de la aceptación de los trabajos	Hasta 15-11-86

TEMATICAS

- Geología e Ingeniería Geológica de los yacimientos de corteza de intemperismo.
- Métodos de explotación de los yacimientos de corteza de intemperismo.
- Procesos metalúrgicos para la obtención de Ni y Co a partir de minas oxidadas.
- Instrumentación y automatización de los procesos metalúrgicos.
- Ahorro energético y de materias primas en la producción de níquel y cobalto.
- Instalaciones, montaje, mantenimiento y reparación de plantas metalúrgicas.
- Técnicas de análisis químicos y físicos en la industria del níquel.
- Economía del proceso integral de producción de Ni y Co a partir de menas oxidadas.
- Investigaciones sobre procesos metalúrgicos.
- Aplicación de la computación en la rama minero-metalúrgica.

DETERMINACION DE LA LEY DE UNA MENA AURIFERA

Ing. Miguel Pelegrín R. Instituto Superior Minero Metalúrgico. Jorge Chiong S. Instituto Superior Minero Metalúrgico.

RESUMEN

Se determinó la ley de una mena aurífera empleando la metodología de ensayo por fuego, para separar el oro y la plata de la ganga.

Se obtuvieron resultados con un alto grado de precisión, por lo que esta metodología puede ser empleada para determinar los valores metálicos de cualquier mena de este tipo.

ABSTRACT

The grade of an auriferous ore was determined by using the fire testing methodology to separate gold and silver from gangue.

High precision results were obtained, therefore, this methodology can be used to determine the metal values of any ore, of this kind.

INTRODUCCION

La determinación de los valores metálicos de una mena (ley de la mena) constituye una labor cotidiana de estratégica importancia para el desarrollo de las labores de cualquier instalación industrial metalúrgica. Por esto es necesario darle la prioridad requerida a este tipo de ensayo metalúrgico, puesto que sus aciertos y precisiones inciden directamente en la dirección y decisiones de

la prospección geológica, mediante la cual se localiza la veta del mineral, extraer, preparar y enviar el mineral hacia la planta procesadora. Únicamente a través de estos experimentos previos de las muestras de mineral se puede establecer si se está procesando el mineral apropiado. Aquí un error o inexactitud conduce a gastos estériles de la empresa y a una proyección errónea en las exploraciones geológicas.

La metodología empleada consistió en la separación del oro y la plata de los elementos de la ganga mediante el ensayo por fuego, y la obtención independiente de ambos metales por vía húmeda. Esta metodología puede ser empleada para determinar la ley de cualquier mena aurífera.

DESARROLLO

La muestra de mineral empleada fue tomada de un lote recibido en el plantel de Beneficio de Bonanza en Nicaragua. En el lote existía mineral procedente de varias minas, unas subterráneas y otras de tajo abierto. Por su naturaleza este mineral aurífero es del tipo cuarzoso con inclusiones de sulfuros. La muestra fue elegida con la rigurosidad necesaria para obtener una representatividad promedio de todo el material que se recibe al día en ese plantel y se procesa en el momento.

La muestra de mineral se secó completamente, luego se sometió a trituration fina y cribado. Se separaron dos porciones de $\frac{1}{2}$ kg cada una, aproximadamente; una de - 0,071 mm y la otra de + 0,071 mm. Se tomaron 250 g de ambas muestras y se pasaron, primeramente, por un separador homogéneo 3 veces cada una, después por un mezclador eléctrico homogéneo durante 5 min.

Se escogieron 40 g de la muestra de - 0,071 mm y 44,9 g de la muestra de + 0,071 mm. Se sometieron a la clasificación por tambores mediante tamices de 0,053 y 0,071 mm conectados en serie. La vibración del agitador de tamices se mantuvo durante 10 min. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.

tieron a la clasificación por tambores mediante tamices de 0,053 y 0,071 mm conectados en serie. La vibración del agitador de tamices se mantuvo durante 10 min. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.

TABLA N.º 1 ANALISIS GRANULOMETRICO

Distribución mm	Muestra de -0,071 mm		Muestra de +0,071 mm	
	g	%	g	%
+ 0,053	0	0	2,3	5,12
- 0,053 + 0,071	0	0	15,3	34,07
- 0,071	40	100	27,3	60,80

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO POR FUEGO

I. PREPARACION PARA LA COPELACION

1. Primeramente se realizó la

tostación de las muestras para eliminar el azufre presente, debido a que éste dificulta la actividad reductora del bitartrato de potasio (acción similar: harina de trigo o de maíz). La tostación se efectuó en tostadores de cerámica. Se prepararon 6 tostadores, tres para muestras de - 0,071 mm y los restantes para las de + 0,071 mm. En cada tostador se añadieron primeramente 15 g de arena de cuarzo, para reforzar al tostador y evitar la adherencia de la muestra en las paredes del mismo, y luego 25 g de muestra. La tostación se realizó en una mufla de tostación a 600 °C durante 1 h.

2. Se prepararon 7 crisoles de tierra refractaria, se pesaron y se le añadieron los fundentes en la siguiente proporción
Carbonato de sodio - 52 g
Tetraborato disódico - 9 g
Litargirio - (PbO) - 100 g
Bitartrato de potasio - 10 g

Una vez tostadas y enfriadas las muestras se vertieron en su crisol respectivo, con ayuda de una brocha se mezcló bien, macerando los grumos de fundentes hasta quedar la mezcla bien homogénea.

Un crisol contenía únicamente los fundentes y se denominó "blanco". El empleo del "blanco" es de suma necesidad para obtener mayor precisión en los ensayos.

3. Se fundieron las mezclas contenidas en los crisoles, primeramente a una temperatura de 900 °C, ocurriendo una ebullición fuerte. Aquí fue necesario observar frecuentemente el contenido de los crisoles para evitar derrames. Cuando la ebullición fuerte se calmó se elevó la temperatura a 1 000 °C hasta alcanzar el reposo total del material fundido. Esta temperatura se mantuvo durante 10 min. Luego se volvió a elevar la temperatura a 1 150 °C, manteniendo esta temperatura durante 10 min. Posteriormente se bajó la temperatura hasta 900 °C y se procedió a sacar los crisoles del horno. La duración de este proceso fue de aproximadamente 2 h.

4. El contenido de cada crisol se añadió en moldes cónicos individuales calentados previamente. Durante esta operación se procedió a golpear suavemente los moldes para asentar el botón de plomo en el fondo.

5. Una vez enfriados los crisoles se sacaron los moldes y se golpearon para separar la escoria del botón de plomo formado. Luego al botón de plomo se le confirió una forma cúbica mediante martilleo y se pesó. El peso del cubo debe estar dentro de un rango de 30 a 42 g. Si el peso del cubo es inferior a 30 g se repite la fundición añadiendo una cantidad mayor de bitartrato de po-

tasio. Si se obtiene un cubo de más de 42 g entonces es necesario fundir a 920 °C junto con 4 g de tetraborato disódico durante 10 min, más 1 min adicional por gramo de exceso del cubo. Así se reduce el

peso del cubo hasta el rango requerido.

Los resultados de la preparación de las muestras para la copelación se muestran en la tabla 2.

TABLA No.2 RESULTADOS DE LA PREPARACION PARA LA COPELACION

No. del Crisol	Código de la muestra	Cantidad de muestra, g	Cantidad de arena de cuarzo	Peso del botón de plomo: g	
				Antes de la rectificación	Después de la rectificación
0	blanco	-	-	42,7	39,6
1	- 0,071 mm	25	15	* 38,9	-
2	- 0,071 mm	25	15	* 40,2	-
3	- 0,071 mm	25	15	* 41,0	-
4	+ 0,071 mm	25	15	43,3	38,1
5	+ 0,071 mm	25	15	44,9	39,6
6	+ 0,071 mm	25	15	46,3	39,9

* No necesitaron ser rectificadas

II. COPELACION

1. Los cubos de plomo se colocaron en las copelas. Las copelas se situaron dentro de la mufla calentada a 920 °C. Durante la copelación se abría periódicamente la puerta de la mufla para dejar entrar el oxígeno necesario para la oxidación del plomo y para observar el curso del proceso. Al cabo de aproximadamente 1 h se concentra en el fondo de cada copela, un pequeño botoncito brillante de oro y plata. Luego se procede a

sacar las copelas en el orden según vaya terminando la copelación.

2. Los botones se sacaron de las copelas con una pinza y se martillaron en el laminador de botones. Luego se pesaron y se colocaron en crisoles de porcelana individuales. Aquí la pesada se realizó en una microbalanza electrónica "METER M 3" (tres dígitos decimales, 1,5 % de precisión, 1 microgramo de sensibilidad).

Los resultados de la copelación se muestran en la tabla 3.

TABLA No.3 RESULTADOS DE LA COPELACION

No. del Crisol	peso del botón de plomo, mg	Corrección + 1,5 % *	Peso del botón menos el peso del blanco; mg
0	0,712	0,723	0
1	3,229	3,277	2,554
2	3,237	3,286	2,563
3	3,204	3,252	2,529
4	3,456	3,508	2,785
5	3,501	3,554	2,831
6	3,489	3,541	2,819

* El error de la microbalanza es de 1,5 %

III. PROCEDIMIENTO DE LA SEPARACION DEL ORO DE LA PLATA POR VIA HUMEDA

1. Se llenó cada crisol hasta las 2/3 de ácido nítrico 3 : 1 caliente y se colocaron en el calentador durante 20 min, sin alcanzar la ebullición. Si el botón resulta liviano tiende a ascender hacia la superficie del ácido. En este caso se procede a sumergirlo de nuevo.

2. Después de pasado el tiempo señalado los botones se enjuagaron con agua destilada. Luego se añadió en los crisoles ácido nítrico 1 : 1 caliente hasta la 1/2 y se pusieron en el calentador 15 min, sin alcanzar la ebullición. Al concluir este tiempo el ácido se decantó y los botones se lavaron tres veces con agua destilada, sin agitación.

3. Luego los crisoles se secaron en una mufla a 500 °C durante 4 min. Posteriormente los crisoles se enfriaron y se extrajeron.

CONCLUSIONES

1. La ley promedio de la mena fue la siguiente:
5,387 g de oro/t de mineral y 96,56 g de plata/t de mineral. Estos resultados se obtuvieron de los análisis del ensayo por fuego realizados a las muestras de granulometría - 0,071 mm, que es donde se detectan de forma más efectiva los valores metálicos. Esto coincide con el grado de molienda óptima para cianurar.

2. Con los resultados del ensayo de la muestra denominada + 0,071 mm quedó demostrado que la liberación de las partículas de oro (grado de molienda) de las entrañas de la ganga es determinante para su posterior separación, en este caso absorbido por el plomo para el análisis cuantitativo. El ensayo triplicado arrojó una ley de cabeza promedio de 4,093, muy por debajo del resultado del ensayo con la muestra de - 0,071 mm (molienda apropiada de trabajo). Esto explica que partículas de oro han quedado en parte sin liberar en la ganga, incrustadas dentro de las partículas de

cuarzo estéril, siendo éstas últimas absorbidas por los fundentes y pérdidas con la escoria en el crisol, quedando esta porción sin detectar.

3. Se determinó que el análisis se desarrolló con un 1,15 % de error relativo, aceptable y de entera satisfacción.
4. No se requiere de rigurosidad en el grado de molienda para determinar el contenido de plata durante el análisis metalúrgico.
5. Se estableció una metodología para la determinación de la ley de una mena de oro y plata.

REFERENCIA

BRAY, L.J.: *Metalurgia extractiva de los metales no ferreos*. Madrid, Ed. Interciencia, 1962.

2. Comisión de Fomento Minero: "Métodos químicos para el análisis de minerales" Boletín N.º.8, México, 1973.
3. MEURICE, A.: *Análisis industriales de minerales*. New York, McGraw-Hill, 1957.

TABLA N.º.4 SEPARACION DEL ORO DE LA PLATA. CONTENIDO DE ORO Y PLATA EN LA MENA

No. del Crisol	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
1	2,554	0,135	0,137	5,48		2,417	96,68	
2	2,563	0,131	0,133	5,32	5,387	2,43	97,20	96,56
3	2,529	0,132	0,134	5,36		2,395	95,80	
4	2,785	0,102	0,104	4,16		2,681	107,24	
5	2,831	0,101	0,103	4,12	4,093	2,728	109,12	108,373
6	2,819	0,099	0,100	4,00		2,719	108,76	

- | | |
|---|--|
| a) Cantidad de Au+Ag antes de la separación; mg | e) Contenido promedio de Oro; g/t |
| b) Cantidad de Oro después de la participación, mg | f) Cantidad de Ag (por diferencia); mg |
| c) Cantidad de Au considerando la corrección, mg | g) Gramos de una tonelada métrica de mineral |
| d) Gramos de Oro en una tonelada métrica de mineral | h) Contenido promedio Ag, g/t |