

CALCULO ECONOMICO POR CONCEPTO DE ENERGIA ELECTRICA DEL LABORATORIO DE FOTOGAMETRIA

Equipo	Gasto de energía eléctrica Kw/h	Costo 1Kw-0,065	Tiempo de trabajo (8 horas)
Topocart	0,066	0,004	0,032
Coordinatògrafo	0,267	0,017	0,136
Caja de transformaciòn	0,704	0,045	0,36
Estereocomparador	0,167	0,010	0,08
Mesa de luz	0,045	0,0029	0,02
Acondicionador de aire	1,21	0,812	6,49
Totales	2,45	1,043	8,35 mensual 204

CDU: 621. 762

TRATAMIENTO PULVIMETALÚRGICO DEL CEMENTO DE COBRE EN "MINA GRANDE DE EL COBRE" Y SU REFINACION ELECTROQUIMICA A NIVEL DE LABORATORIO

CALCULO ECONOMICO POR CONCEPTO DE SALARIO

Obreros por categorias	Salario básico	Condiciones	Tiempo de trabajo	Salario total
2 topògrafos B	265,00	15,25	8 h	530,00
1 topògrafo C	211,00	15,25	8 h	226,25
2 cadeneros portamira	121,98	15,25	8 h	259,21
1 calculista	121,00	15,25	8 h	136,00
2 topògrafos B	265,00	15,25	8 h	560,50
1 tècnico geòlogo	221,00	15,25	8 h	236,00
TOTAL				1 947,96

CALCULO DE LA CANTIDAD DE CALORIAS QUE SE GASTA EN LOS TRABAJOS TOPOGRAFICOS

Labores	Cantidad de calorías P/min	Total de calorías por metros caminados (8 hrs)
Caminando cuesta arriba	14 cal	6 720 cal
Caminando	5 cal	2 400 cal
Sentado	1 cal	480 cal
		TOTAL 9 600 cal

RESUMEN

En el trabajo se resalta la dificultad actual que presenta, el producto de lixiviación ácida de mineral de cobre de baja ley conocido como, "Cemento de Cobre", y las principales alternativas para su beneficio.

Se plantea como principal objetivo la metalización de la pulpa de cemento, tamizado y filtrado mediante la técnica pulvimetalúrgica, con la cual se preserva el material de la oxidación que sufre el mismo, por efecto del intemperismo durante el proceso de secado.

El cobre de los ánodos, confeccionados a partir de la pulpa de cobre metalizada, es disuelto y vuelto a depositar en los cátodos de láminas de cobre, determinándose un rango de densidades de corrientes de electrólisis para el cual, a temperaturas entre 30 y 32 °C, se obtienen rendimientos de corrientes semejantes, tanto para el proceso catódico como anódico, con valores muy cercanos al 100 % de rendimientos teóricos.

ABSTRACT

The main difficulty faced with the product of acid leaching of a low-grade copper ore, known as "copper cement", and main alternatives for its beneficiation ore both pointed out in this work.

The main objet set for it is metalizing the sieved-cement slurry and filtering it by using the pulvimetallurgical technique throuhg which oxidation of this material, by weathering in the drying process, is prevented.

Copper in the anodes, made up from the metalized copper slurry, is diluted and redeposited on the copper-plate cathodes; an electrolytic-current range being determined, for which, at temperatures from 30° to 32° C similar current-yields are obtained, for both, cathodic and anodic processes, with values very close to 100 % theoretical yields.

## INTRODUCCION

Basado en la Plataforma Programática del II Congreso de nuestro PCC (1) en lo referente a las investigaciones de nuestros recursos minerales, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de obtener cobre metálico a partir del cemento de cobre, que es el producto de una planta piloto de lixiviación ácida de mineral de baja ley de cobre, la cual tiene planes perspectivas de ampliación debido a las grandes reservas de mineral de estas características; unos 4,5 millones de toneladas solamente en la provincia Santiago de Cuba, con un contenido medio de 0,5 % de cobre.

Las características del cemento de cobre que se produce en la actualidad no permiten que éste sea exportado al mercado internacional, ni ser directamente aprovechado por nuestra industria, además su refinación electroquímica directa no es posible, debido a la alta resistencia eléctrica producida por la oxidación durante el intemperismo, al cual es sometido para obtenerlo.

Otro procedimiento sería la refinación pirometalúrgica del cemento de cobre, pero debido al alto consumo de energía, y a que por lo general necesita de una posterior refinación electroquímica es que se propone como principal objetivo la refinación electroquímica a partir de la pulpa de cobre tamizada y prensada, o dicho de otra ma-

nera; la refinación electroquímica de los ánodos obtenidos por la metalización directa del cemento de cobre tamizado húmedo, por la técnica pulvimetalúrgica. Con ello se eliminaría, por un lado el proceso pirometalúrgico, y por otro lado la relixiviación del cemento de cobre, y en comparación con cualquiera de las dos variantes un significativo ahorro económico en el proceso de obtención de cobre metálico a partir del cemento de cobre.

## RESULTADOS

Se procedió a la obtención de placas de forma rectangular, sometiendo tanto al cemento de cobre como a la pulpa húmeda de cemento de cobre a una presión de 10 MPa mostrando el comportamiento en su resistencia eléctrica, según se muestra en la Tabla 1.

Las placas obtenidas a partir de la pulpa húmeda de cemento de cobre se pusieron como ánodos en una celda electrolítica y se utilizaron láminas de cobre como cátodos, separados ambos a una distancia de 5 mm, en un electrolito con la siguiente composición por litro de solución: (2).

170 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

80 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$

TABLA Nº. 1 RESISTENCIA ELECTRICA DE LOS DISTINTOS MATERIALES PRENSADOS ENTRE 10 Y 12 MPa

Material	Resistencia eléctrica en $\Omega/\text{cm}$ recién preparado/después de 4 meses	
	Cemento de cobre	$\gg 10^6$
Pulpa húmeda cemento de cobre (tamizada a $150 \mu\text{m}$ y sin tamizar)	$\ll 0,1$	$\gg 0,1$

La temperatura de electrólisis se mantuvo entre 30 y 32 °C. Se emplearon las siguientes densidades de corriente 25, 50, 75, 100 y 125  $\text{A}/\text{m}^2$ , respectivamente en las electrólisis.

Se determinaron las eficiencias de corriente catódica y anódica para cada densidad de corriente de electrólisis; la primera se obtuvo comparando la diferencia de pesada del cátodo de la celda antes y después de la electrólisis, con la diferencia correspondiente del cátodo del coulombímetro. La segunda a través de la variación de la concentración de cobre en el electrolito como consecuencia de la electrólisis.

El cobre en el electrolito se determinó iodométricamente a través del método potenciométrico como indicador del punto final en la titulación del iodo liberado con tiosulfato de sodio 0,1 N.

Los resultados promedio obtenidos de 5 repeticiones para cada caso, se recogen en la Tabla 3.

En todos los casos el tiempo de electrólisis fue constante e igual a 100 min (6 000 s).

## DISCUSION

De la tabla 1 se desprende la gran influencia que tiene sobre la resistencia eléctrica el intemperismo a que es sometido el cemento de cobre durante su secado, y por otro lado la gran resistencia a la oxidación que adquiere el cemento de cobre metalizado, por la técnica pulvimetalúrgica a partir de su pulpa húmeda.

La tabla 2 muestra el gran beneficio que representa para la pureza de la pulpa de cemento de cobre el sólo proceso mecánico de su tamizado a  $150 \mu\text{m}$ , efecto este que era esperado [ 3 ].

TABLA No.2 LA COMPOSICION DEL CEMENTO DE COBRE Y LA PULPA HUMEDA DE CEMENTO DE COBRE TAMIZADO A 150  $\mu\text{m}$  ES COMO SIGUE:  
COMPOSICION EN % DE LOS 5 ELEMENTOS MAS ABUNDANTES

Pulpa de cemento de cobre	% Cu	%Fe	%SiO <sub>2</sub>	%Al	%Mg
Sin tamizar	60,03	2,28	14,20	5,3	7,6
Tamizado a 150 $\mu\text{m}$	75,21	0,89	1,42	1,75	0,27

La tabla 3 muestra como la eficiencia de la corriente catódica pasa por un máximo, pero siempre menor al 100 %, mientras que la eficiencia de corriente anódica disminuye continuamente partiendo de un valor mayor que el 100 % .

El hecho de que el por ciento de eficiencia anódica sea superior al 100 % evidencia, que además de la disolución electroquímica tiene lugar paralelamente la disolución química, la cual está recogida en la literatura [ 2 ].

TABLA No.3 EFICIENCIA DE CORRIENTE ANODICA Y CATODICA PARA CADA UNA DE LAS DENSIDADES DE CORRIENTE EMPLEADA

Densidades de corriente de electrólisis en A/m <sup>2</sup>	% de eficiencia de corriente catódica	% de eficiencia de corriente anódica
25	92,6 ± 0,5	108,8 ± 0,5
50	98,1 ± 0,5	104,8 ± 0,5
75	96,2 ± 0,5	97,5 ± 0,5
100	92,4 ± 0,5	95,2 ± 0,5
125	82,4 ± 0,5	85,0 ± 0,5

Como el tiempo de electrólisis y la temperatura se mantienen constantes en cada experimento, la cantidad de cobre disuelto químicamente por acción del oxígeno es constante. Es por ello que a me-

didada que se incrementa la densidad de corriente de electrólisis la cantidad de cobre disuelto químicamente constituirá un por ciento cada vez menor del total de cobre disuelto. De esta manera

se explica que los por cientos de eficiencias anódicas están por encima de los por cientos de eficiencia de las corrientes catódicas correspondientes.

Desde el punto de vista práctico, es interesante observar como sobre las densidades de corriente de electrólisis de 50 a 75 A/m<sup>2</sup> las eficiencias de corriente anódica y

catódica tienden a coincidir en un valor que está entre el 2 y el 3 % por debajo de un 100 % de eficiencia de corriente, lo cual garantiza que el contenido de cobre en la celda electrolítica se mantenga constante a la vez que se efectúa la electrólisis con una alta eficiencia, sin necesidad de corregir el contenido de cobre externamente.

#### CONCLUSIONES

Los objetivos esenciales del trabajo fueron cumplidos por lo cual se recomienda que en vez de la obtención del cemento de cobre por su exposición al intemperismo éste sea sometido a un tamizado fino , Ej. 150  $\mu\text{m}$  con el objetivo de separarle mecánicamente las principales impurezas y luego sea filtrado y prensado, como se comprueba en la Tabla 1, se preserva de una oxidación rápida, y por tanto retiene su carácter metálico. La construcción de ánodos por el tratamiento

pulvimetalúrgico del filtrado de la pulpa de cemento de cobre es un material apropiado para ser refinado electroquímicamente; ya que adquieren una resistencia mecánica adecuada para su manipulación como electrodo, a través del grado de metalización adquirido y por consiguiente presentan una baja resistencia eléctrica  $\ll 0,1 \Omega/\text{cm}$  .

Dado lo positivo de estos resultados a nivel de laboratorio se continua estudiando el sistema.

#### REFERENCIAS

1. Plataforma Programática del II Congreso del Partido Comunista de Cuba, 1981.
2. V. BEGEROSKI, B. KISTIAKOSKI, *Metalurgia del Cobre y el Níquel*. Moscú. Editorial Mir, 1978.
3. MERQUIADES, R.: *Comunicación privada* Director Empresa Minera Santiago, 1982.