



INGENIERÍA EN MINAS Y METALURGIA

MANUAL DE PRÁCTICAS DE METALURGIA VI.



ÍNDICE:

PRÁCTICA 1	Refinación electrolítica de cobre a partir de cobre anódico con electrolito de ácido sulfúrico.....	2
PRÁCTICA 2	Calcinación oxidante de sulfuros minerales.....	4
PRÁCTICA 3	Fundición reductora de óxidos de plomo.....	6
PRÁCTICA 4	Fundición de minerales de oro y plata utilizando plomo como reductor.....	8

PRÁCTICA 1

REFINACIÓN ELECTROLÍTICA DE COBRE A PARTIR DE COBRE ANÓDICO CON ELECTROLITO DE ÁCIDO SULFÚRICO.

Objetivo: Obtención de cobre electrolítico a partir de cobre anódico producido en la fundición de concentrados de cobre.

Introducción: El proceso tradicional para la producción de cobre en la industria minera consiste en la concentración por flotación de sulfuros, fundición de los concentrados y refinación electrolítica del cobre anódico producido en la fundición.

El cobre anódico tiene 99% de cobre y contenidos importantes de oro y plata y otros elementos químicos que impurifican el cobre requerido por diversas ramas de la industria. La refinación electrolítica tiene por objeto obtener cobre electrolítico de alta pureza (99.99% cobre) y recuperar los elementos insolubles en el electrolito denominados lodos anódicos que luego son procesados en otra planta para la recuperación del oro y la plata. Para la refinación se aplican las leyes de Faraday utilizando energía eléctrica directa y como electrolito conductor soluciones concentradas de ácido sulfúrico (180 gr/L). El ánodo es la placa de cobre de fundición y el cátodo son láminas de acero inoxidable, donde se deposita el cobre que se disuelve del ánodo.

El equivalente químico del cobre es 31.77 gr. y se deposita por 26.8 amperes por hora (un Faraday) con 100% de eficiencia de corriente eléctrica directa.

Equipo y material que se utiliza:

Fuente de poder también conocida como rectificador de corriente (para transformar la energía eléctrica alterna en corriente directa), con capacidad de 2 amperes y 5 volts de tensión en corriente directa; la fuente de poder se alimenta con energía eléctrica alterna de 110 volts.

Celda electrolítica. Para la capacidad de la fuente de poder la celda se construye con un vaso de precipitado de 600 ml, un ánodo de lámina de cobre y un cátodo de acero inoxidable de 8 cm. de ancho, el cátodo debe estar sumergido 4.5 cm. en la solución electrolítica para tener una superficie catódica de 7 centímetros cuadrados (ambos lados) para proporcionar una densidad de corriente equivalente a 277 amperes por metro cuadrado de superficie catódica.

Solución electrolítica. Se prepara una solución acuosa conteniendo 180 gr/L de ácido sulfúrico.

Balanza granataria.

Procedimiento:

1. Pesar el cátodo (lámina de acero inoxidable)
2. En el vaso de precipitado de 600 ml. Colocar 400 ml de solución, introducir los electrodos (ánodo y cátodo), y conectarlos a la fuente de poder, cátodo al negativo y ánodo al positivo.

3. Se acciona el interruptor de la fuente y se inicia la disolución del cobre en el ánodo y la deposición en el cátodo.
4. Proporcionar un tiempo de 1 hora.
5. Interrumpir la energía eléctrica y extraer el cátodo con el cobre depositado, lavarlo con agua.
6. Secar el cátodo y pesarlo, la diferencia en peso es el cobre depositado en una hora.

Resultados:

- 1) Se observa la deposición de cobre en el cátodo por una reacción química de reducción.
- 2) En el ánodo se observa el desprendimiento de oxígeno por descomposición del agua (Oxidación), el hidrógeno se combina con el ion sulfato para formar ácido sulfúrico.
- 3) ¿Cuál fue el peso del cobre depositado en la práctica?, ¿qué eficiencia se tuvo en la práctica?

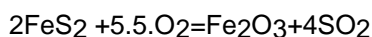
PRÁCTICA 2

CALCINACIÓN OXIDANTE DE SULFUROS MINERALES

Objetivo: Demostración del cambio químico de sulfuros a óxidos con formación del gas dióxido de azufre.

Introducción: Los procesos industriales para obtener diversos metales (por ejemplo, plomo, cobre, zinc, antimonio, bismuto, cadmio) y recuperación de oro y plata asociados a partir de concentrados y minerales de sulfuros, involucran una primera etapa de calcinación o tostación del material, para convertir los sulfuros en óxidos y volatilizar el azufre en forma de dióxido de azufre, que es recuperado para producir ácido sulfúrico, esta producción de ácido es una necesidad ambiental y no necesariamente un negocio rentable. Después de la calcinación, los óxidos de los metales básico, están en condiciones de ser fundidos como en el caso del plomo y cobre, que actúan como colectores del oro y la plata, o de ser lixiviados con ácido sulfúrico como los óxidos de zinc, para la formación de sulfatos solubles y recuperación del zinc por electrolisis después de purificar las soluciones de sulfato.

Una alternativa para recuperar eficientemente oro asociado a piritas (sulfuros de hierro), es por calcinación oxidante de las piritas (utilizando aire), previo a la cianuración del oro. El propósito es cambiar los sulfuros de hierro a óxidos de hierro y volatilizar el azufre en forma de dióxido de azufre, esta reacción exotérmica inicia a 450° C y se puede realizar bien a 600° C.



Material y equipo que se utiliza:

Balanza granataria
Horno eléctrico tipo mufla
Charola de barro
Rastrillo de varilla de acero
Concentrado de piritas (sulfuros de hierro) con valores de oro

Procedimiento:

1. Colocar 600 gr de concentrado en una charola de barro
2. Introducir al horno
3. Encender el horno y calcinar el concentrado a 600° C por 3 horas con rastrilleo del concentrado cada 15 o 20 minutos.
4. Apagar el horno y esperar a enfriar
5. Pesar el calcinado

Resultados:

1. Se percibe el olor picante a gas de azufre (dióxido de azufre) a partir de 450° C.
2. Los sulfuros de color amarillo pálido cambian a óxidos de hierro de color negro
3. Al término de la calcinación, se observa una pérdida de peso que deberá ser reportada y explicada

PRÁCTICA 3

FUNDICIÓN REDUCTORA DE ÓXIDOS DE PLOMO.

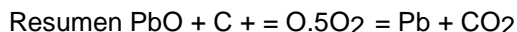
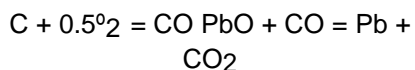
Objetivo: Demostración de la obtención de plomo metálico a partir de óxido de plomo, por fusión reductora.

Introducción: El proceso tradicional en la industria para recuperar el plomo, la plata, el oro, el bismuto y el antimonio, inicia con un proceso de aglomeración y calcinación de los concentrados de sulfuros para convertirlos en óxidos (el proceso se conoce como sinterización), y luego fundir los óxidos con carbón para reducirlos a metal.

Se utiliza coque y otros fundentes para escorificar los elementos y compuestos químicos que en forma de impurezas acompañan a los metales de interés económico.

En esta práctica se utiliza óxido de plomo (PbO), la idea es ver y comprender el proceso reductor (mediante el carbón), de óxido a plomo metal.

En el proceso de fundición el carbón del coque reacciona con el aire para formar monóxido de carbono y este gas reduce el óxido de plomo de acuerdo a las siguientes reacciones químicas:



Una mol. de PbO (223) requiere una mol de C (12)

Equipo y material que se utiliza:

Balanza Granataria
Horno eléctrico tipo mufla
Crisol de barro Molde de
fierro Pinzas para crisol
Espátula
Guantes de asbesto
Óxido de plomo (litargirio)
Coque molido con 85% de carbón fijo

Procedimiento:

1. Pesar y colocar dentro del crisol 40 gramos de óxido de plomo y 2.5 gramos de coque mezclándolos con una espátula.
2. Introducir el crisol al horno.
3. Encender el horno y fundir a 950° C, el horno tarda de 2 a 2.5 horas en alcanzar la temperatura de 950° C, una vez alcanzada la temperatura dejar el crisol 15 minutos adicionales en el interior del horno.

4. Sacar el crisol del horno y vaciar el contenido en el molde de fierro.
5. Permitir que se enfríe el botón de plomo, extraerlo del molde y pesarlo.

Resultados:

1. Se observa el proceso de fusión reductora.
2. La recuperación real de plomo es del orden de 90 a 95% con relación a lo teórico debido a la reacción de óxido de plomo con los constituyentes de la ceniza del coque y de la arcilla del crisol.
3. Calcular la recuperación real de plomo considerando que el litargirio tiene 98% como óxido de plomo equivalente a 91% de plomo

PRÁCTICA 4

FUNDICIÓN DE MINERALES DE ORO Y PLATA UTILIZANDO PLOMO COMO COLECTOR

Objetivo: Obtención de oro y plata metálicos a partir de minerales.

Equipo utilizado.

Balanza granataria. Balanza analítica Balanza de precisión.
Horno eléctrico tipo mufla. Crisoles de barro
Copelas fabricadas con ceniza de huesos
Pinzas para crisol Pinzas para copela Espátula
Martillo
Crisoles de porcelana Parrilla eléctrica Guantes de asbesto
Molde de hierro que se le conoce como payonera
Fundentes:

Carbonato de sodio (ceniza de soda ligera) Na_2CO_3
Tetraborato de sodio (bórax) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$
Arena sílica (SiO_2) Harina
Litargirio (PbO)

Ácido nítrico Q.P. con densidad de 1.41 y 69% de concentración; mezclar 100 ml de agua destilada para tener un ácido con densidad de 1.2

Muestra mineral: Óxidos de hierro con valores de oro y plata.

Introducción: La mayor aplicación de este proceso a nivel mundial es la técnica analítica para determinar el oro y la plata en minerales, concentrados, precipitados, bullión de plomo, matas de cobre y otros productos metalúrgicos portadores de metales preciosos.

A la técnica analítica se le llama ensaye por fuego (en inglés fire assay) y básicamente comprende 3 operaciones:

1. La fusión de la muestra utilizando plomo en forma de óxido (litargirio) para coleccionar el oro y la plata y fundentes para escorificar los elementos y compuestos químicos constituyentes del mineral; como agente reductor se utiliza harina o azúcar. La fusión se realiza a 1000°C y al término de la misma se obtiene un botón de plomo metálico y la escoria; el plomo tiene el oro y la plata.

2. La copelación es un proceso de oxidación que se realiza a 900°C y el plomo (punto de fusión de 329°C) es absorbido por la copela en forma de óxido, quedando sobre la copela un botón metálico de oro y plata (se le conoce como metal doré).
3. El apartado es un proceso químico para separar el oro de la plata utilizando ácido nítrico con densidad de 1.2 y temperatura de 80°C para disolver la plata.

Procedimiento.

1. Preparación de la mezcla de fundentes (para mineral oxidado)

TIPO DE FUNDENTE	PESO EN %	PESO EN GRAMOS
Litargirio	56.8	148
Carbonato de sodio	22.7	59
Borax	11.4	30
Arena sílica	2.3	6
Harina	6.8	18
Suma	100	261

Mezclar perfectamente los fundentes.

2. Se utilizarán 4 crisoles, en cada crisol colocar 10 gr. de la muestra mineral y 65 gr. de la mezcla de fundentes; mezclar con una espátula.
3. Introducir los crisoles al horno a una temperatura de 1000°C, proporcionar un tiempo de fusión de 1 hr.
4. Sacar los crisoles del horno y vaciar el contenido en el molde de hierro (payonera).
5. Esperar a que se enfríe para romper la escoria con el martillo y extraer el botón de plomo del molde.
6. Con el martillo formar un cubo del botón de plomo (se tendrán 4 botones).

Copelación

7. Las copelas (4) deben ser introducidas al horno cuando menos 15 min. Antes de colocarles con las pinzas los cubos de plomo.
8. La temperatura de copelación es de 850 a 900°C, con un tiempo aproximado de 1 hr, cada 5 min. Abrir y cerrar la puerta del horno para permitir la entrada de aire para realizar la oxidación del plomo.
9. Visualmente se puede determinar el final del proceso de copelación; sacar las copelas y dejar enfriar.
10. Pesar por separado los botones metálicos que quedan en cada copela, el botón es una aleación oro-plata (metal-doré).

Apartado (Separación Plata-Oro)

11. Si los botones son grandes laminarlos con martillo para que tengan más superficie de ataque; colocar cada botón en un crisol de porcelana de 40 ml., agregar a cada crisol de 25 ml de ácido nítrico de densidad de 1.2 y calentar por 15 min a una temperatura entre 70 y 80°C para disolver la plata del doré.

12. Decantar la solución y lavar 3 veces el oro depositado en el fondo del crisol con agua destilada caliente con decantaciones sucesivas.
13. Secar cuidadosamente el crisol junto con el oro (secar a baja temperatura para evitar la proyección del oro).
14. Pesar el oro y la diferencia con el peso de doré representa el peso de la plata.

Resultados.

1. El proceso es gravimétrico, los miligramos de oro y plata fueron obtenidos de 10 gr. de mineral.
2. Calcular el contenido de oro y plata expresado en gramos por tonelada de mineral o su equivalente que son partes por millón.

