

ELIMINACIÓN DE FÓSFORO DESDE CONCENTRADOS DE MOLIBDENITA VIA LIXIVIACIÓN

Ing. Patricio Navarro, Ing. Jaime Simpson, Ing. Cristian Vargas

Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile, Avenida Libertador

Bernardo O'Higgins 3363, Casilla 10233, Fono-Fax: 56-2-7645883, 56-2-6811545, Santiago, Chile.

RESUMEN

En el proceso de separación cobre-molibdeno, se utiliza en ocasiones el reactivo pentasulfuro de fósforo P_2S_5 , como depresante del cobre, el cual produce problemas de contaminación por fósforo en los concentrados finales de molibdenita.

El tratamiento posterior que se realiza a estos concentrados para producir trióxido de molibdeno, produce un aumento en la concentración de este elemento en el producto final por sobre un 0,05% que dificulta su comercialización. Debido a lo anterior se efectuó un estudio hidrometalúrgico a nivel de laboratorio, tendiente a encontrar las condiciones optimas de proceso para remover el fósforo presente de manera tal que el contenido en el concentrado de molibdenita fuera inferior a 0,04%.

El estudio realizado contempló una lixiviación ácida en ambiente sulfúrico, bajo diferentes condiciones experimentales, con lo cual se logró eliminar alrededor de 51% del fósforo presente en el concentrado de molibdenita, bajando el contenido de fósforo a valores inferiores a 0,03%.

Palabras claves: fósforo, concentrado, molibdenita, lixiviación.

ABSTRACT

In the process of separation copper-molybdenum, is used in occasions the reagent P_2S_5 , as copper depressant, which produces problems of contamination for phosphorus in the final molybdenite concentrate.

The later treatment that is carried out to these concentrate to produce molybdenum trioxide, produces an increase in the concentration of this element in the final product for on 0,05% that to complicate its commercialization. Due to the above-mentioned a hydrometallurgical study was made at laboratory level, with the objective of finding the good conditions of process to remove the present phosphorus in a such way that the content in the molybdenite concentrate went inferior to 0,04%.

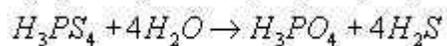
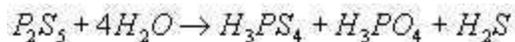
The carried out study contemplated a acid leaching in sulfuric atmosphere, with different experimental conditions, with that which was possible to eliminate around 51% of the present phosphorus in the molybdenite concentrate, going down the match content to inferior values to 0,03%.

Keywords: phosphorus, concentrate, molybdenite, leaching.

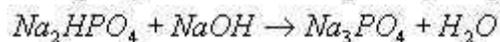
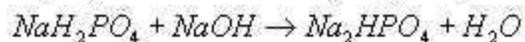
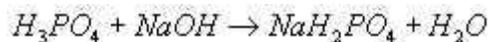
INTRODUCCION

Los concentrados mixtos de cobre y molibdeno son tratados de manera tal que se depresa el cobre y se flota la molibdenita. En la producción de molibdenita se ha detectado en algunos casos la contaminación con fósforo, la cual es atribuida al reactivo depresante, lo cual significa que el fósforo pasa de un estado en solución a un estado sólido en el concentrado, lo que da origen a un problema hidrometalúrgico y no a un problema de flotación propiamente tal. Esta precipitación de fósforo ocurre en presencia del ión calcio, proveniente de la cal utilizada en la modificación del pH de flotación, por lo que un menor contenido de cobre en la molibdenita está asociado a un aumento de fósforo en ella.

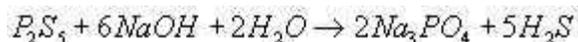
El objetivo fundamental de este trabajo fue estudiar la eliminación de fósforo desde los concentrados de molibdenita, contaminados con este elemento al utilizar el reactivo Nokes (P₂O₅) como depresante. El fósforo proveniente del reactivo depresante (P₂O₅) en presencia de agua forma rápidamente ácido ortofosfórico (H₃PO₄) de acuerdo a las siguientes reacciones:



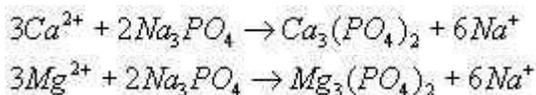
El ácido ortofosfórico es neutralizado con hidróxido de sodio (NaOH), obteniéndose diferentes fosfatos de sodio de acuerdo al pH.



Con lo cual como reacción final de preparación del reactivo se puede considerar a la siguiente reacción:



En ambiente alcalino en las aguas industriales se cuenta con la presencia de iones tales como Ca²⁺ y Mg²⁺, lo cual da origen a la precipitación de los respectivos fosfatos que constituyen la fuente de contaminación de los concentrados de molibdenita (Cofré et al., 1996; Zhao et al., 1996).



TRABAJO EXPERIMENTAL

Se preparó una muestra representativa de concentrado de molibdenita cuyo análisis químico se entrega en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Análisis Químico concentrado de Molibdenita.

ELEMENTO	CONTENIDO (%)
MO	49.71
CU	3.41
FE	3.47
P	0.06
NA	0.04
K	0.13
SIO2	2.4
CA	0.25
PB	190 PPM
BI	11 PPM
SB	26 PPM
RE	400 PPM

A través de microscopía óptica se observaron las fases que se presentan en **Tabla 2**.

Tabla 2: Fases observadas a través de Microscopía Óptica.

FASE	CONTENIDO (%)
PIRITA	1.85
CALCOPIRITA	7.51
COVELINA	1.15
MOLIBDENITA	86.38
GANGA	3.11

El agua industrial utilizada tenía pH 5 y contenía principalmente Fe (7 ppm), P (1 ppm) y Ca (20 ppm). Se desarrollaron pruebas de lixiviación ácida por agitación, estudiándose las siguientes variables: Agitación, concentración de ácido sulfúrico, razón líquido-sólido y tiempo de lixiviación.

RESULTADOS

Efecto de la velocidad de Agitación.

Las velocidades estudiadas para las disoluciones de Mo, Cu, Fe, P y Ca fluctuaron entre 200 y 350 rpm y las condiciones de lixiviación fueron:

-Masa de concentrado de molibdenita (g): 333; Volumen solución de lixiviación (cc): 1100; Concentración de ácido sulfúrico (gpl) : 30; Tiempo de lixiviación (min): 40; Temperatura (°C): 20.

En la **Figura 1** se muestra el efecto de la agitación del sistema en la disolución de Mo, Cu, Fe y P, Ca, respectivamente.

Las condiciones de lixiviación que se mantuvieron constantes fueron:

-Masa de concentrado de molibdenita (g): 333; Volumen solución de lixiviación (cc): 1100; Tiempo de lixiviación (min): 30; Velocidad de agitación (rpm): 300; Temperatura (°C): 20.

En **Figuras 2 y 3** se muestra el efecto de la concentración de ácido sulfúrico en la disolución de Mo, Cu, Fe y P, Ca, respectivamente.

La disolución de P aumentó a medida que se aumenta la concentración de ácido sulfúrico. Para concentraciones entre 10 y 40 gpl esta disolución tiende a un valor constante, cercano al 70%. El molibdeno tiene una disolución muy baja para todo el rango de concentraciones estudiadas, el cobre y el hierro aumentan en el rango de concentraciones estudiado pero no superan el 4,12% y 5,08% respectivamente; estas bajas disoluciones se deben a que el cobre y el hierro se encuentran en el concentrado de molibdenita en especies muy refractarias a la disolución en ambiente sulfúrico, tales como calcopirita y pirita. La elección de la concentración de ácido sulfúrico no debe estar únicamente condicionada al máximo de eliminación de fósforo sino que también a la etapa posterior de filtrado (Juneja et al., 1996; Ruiz y Padilla, 1998).

Efecto de la razón líquido-sólido

La razón líquido-sólido se varió entre 2 y 5, y las condiciones de lixiviación que se mantuvieron constantes fueron:

- Masa de concentrado de molibdenita (g): 550-495-440-385-220; Volumen solución de lixiviación (cc): 1100; Tiempo de lixiviación (min): 30; Velocidad de agitación (rpm): 300; Temperatura (°C): 20; Concentración de ácido sulfúrico (gpl): 4.

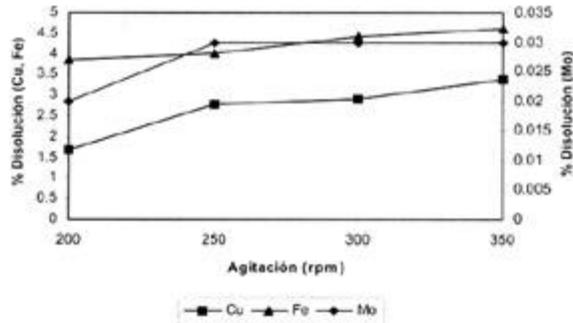


Figura 1: Efecto de la agitación del sistema en la disolución de Mo, Cu y Fe.

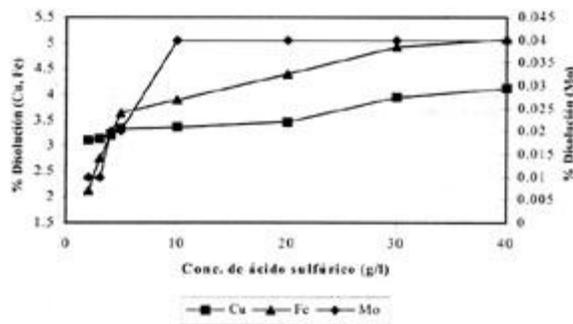


Figura 2: Efecto de la concentración de ácido sulfúrico en la disolución de Mo, Cu y Fe.

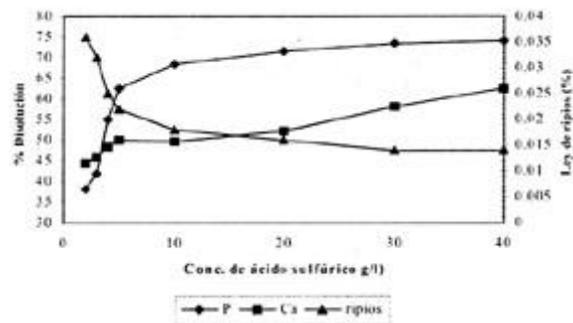


Figura 3: Efecto de la concentración de ácido sulfúrico en la disolución de P y Ca.

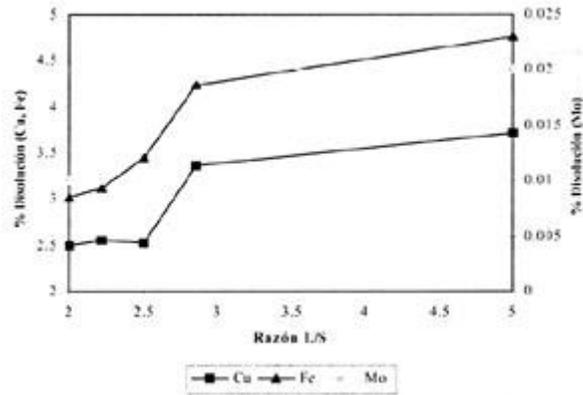


Figura 4: Efecto de la razón líquido-sólido en la disolución de Mo, Cu y Fe.

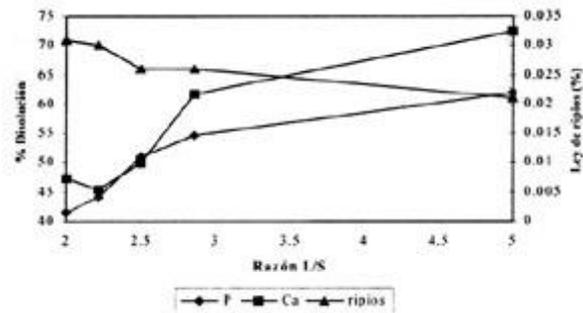


Figura 5: Efecto de la razón líquido-sólido en la disolución de P y Ca.

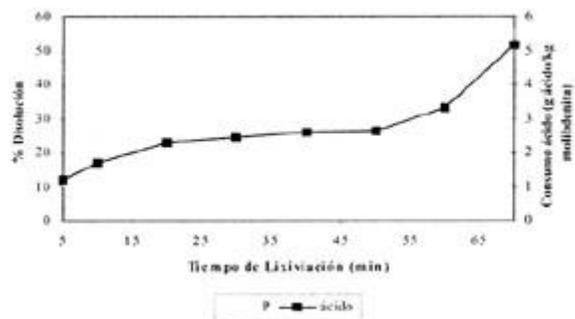


Figura 6: Cinética de lixiviación de P y consumo de ácido sulfúrico.

En Figuras 4 y 5 se muestra el efecto de la razón líquido-sólido en la disolución de Mo, Cu, Fe y P, Ca respectivamente.

Las disoluciones de P, Cu, Fe y Ca aumentan a medida que aumenta la razón líquido-sólido, debido al aumento del ácido sulfúrico disponible para la misma cantidad de sólido. A partir de una razón 2,5 el fósforo se disuelve en cantidades sobre 50%, obteniéndose un concentrado final con una ley de P de 0,026%.

Efecto del Tiempo de Lixiviación

Para definir este parámetro se realizaron una serie de pruebas con la finalidad de estudiar la cinética de disolución de fósforo, manteniendo constante las siguientes condiciones experimentales:

- Masa de concentrado de Molibdenita (g): 440; Volumen de solución de lixiviación (cc): 1100; Concentración de ácido sulfúrico (gpl): 4; Velocidad de agitación (rpm): 300; Temperatura (°C): 20.

En **Figura 6** se muestra la cinética de lixiviación de P y el consumo de ácido sulfúrico. Se aprecia claramente que la disolución de fósforo tiende a un valor constante a partir de los 30 minutos de lixiviación, con un valor de 55% y una ley final de 0,026% de P en el residuo.

CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio efectuado es posible concluir lo siguiente:

- La remoción de fósforo es técnicamente factible a temperatura ambiente mediante el uso de una solución lixivante con una concentración de ácido sulfúrico de 4 gpl.

- Las condiciones optimas de lixiviación obtenidas fueron:

- Concentración de H₂SO₄ : 4gpl
- Razón líquido-sólido : 2,5
- Tiempo : 30 min

- Para las condiciones anteriores, las disoluciones de fósforo y otros elementos alcanzaron los siguientes valores:

- Fósforo : 50,96%
- Molibdeno : 0,02%
- Cobre : 2,52 %
- Hierro : 3,45%
- Calcio : 49,78%

Obteniéndose concentraciones de fósforo en el concentrado de Molibdenita inferiores a 0,03%, que era lo requerido.

REFERENCIAS

- Cofré J., Navarro P., Simpson J., "Prefactibilidad técnica de lixiviar minerales de Apatita", IV Jornadas Argentinas de Tratamiento de Minerales, San Juan, Argentina, 1996.
- Juneja J., Sohan S., Bose D., "Investigations on the extraction of molybdenum and rhenium values from low grade molybdenite concentrate", Hydrometallurgy (41) 2-3, p. 201-209, 1996.
- Ruiz M. C., Padilla R., "Copper removal from molybdenite concentrate by sodium dichromate leaching", Hydrometallurgy (48) 3, p. 313-325, 1998.
- Zhao Y., Zoubolis A., Matis K., "Flotation of molybdate oxyanions from dilute solutions Part II. Selective separation from phosphates, arsenates and silicates", Hydrometallurgy (43) 1-3, p. 155-167, 1996.