

Aplicación Novedosa de Tecnologías Existentes para Incrementar la Recuperación y el Grado de Cobre en un Circuito de Flotación Convencional

Resumen

Este trabajo describe la aplicación novedosa de tecnologías existentes, en el circuito de flotación actual de la empresa Bimetals de México S. de R.L. de C.V. para incrementar:

1.- La recuperación de cobre, con inyección controlada de aire a celdas mecánicas de Flotación Primaria y

2.- Mejorar el grado del concentrado final con la generación de burbujas finas, en celda columna de última etapa de limpieza.

La metodología puede aplicarse a cualquier tipo de celdas de flotación convencional ya que no invade ni modifica el diseño original del equipo al utilizar instrumentos independientes para determinar el volumen de aire adicional sin afectar la estabilidad de la celda, de la misma forma se emplea el cambio a Tubos de Cavitación adaptados fácilmente a las instalaciones actuales en operación.

Los resultados demostraron que el aumento de burbujas pequeñas generadas por los inyectores Slamjet® en las celdas mecánicas de aire forzado, incrementa la recuperación de Cobre alrededor de 1.5% y la utilización de tubos de cavitación CavTube® en las columnas de concentrado final logra disminuir cerca del 50% el contenido de material Insoluble en el concentrado final.

Introducción



La Empresa Bimetals México, se localiza en el municipio de Álamos en el estado de Sonora, México, esta procesa minerales de sulfuros de cobre con alto contenido de óxidos en una planta concentradora de 5200 tpd de capacidad.

La figura 1 muestra el circuito de flotación primaria y agotativa con 6 celdas Dorr Oliver de agitación mecánica de 50 m³ cada una.

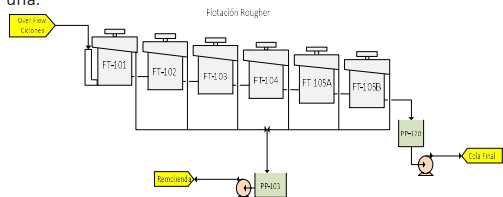


Fig. 1 Tren del circuito de flotación primaria de cobre en Planta Concentradora Bimetals México

En la Figura 2, se observa una grafica con una máxima recuperación de 74% en 21 minutos. Siendo 60% la recuperación acumulada en las dos primeras celdas (FT101 y FT102).

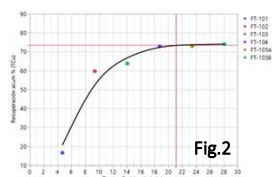


Fig.2

Además del problema de presencia de óxidos en el mineral, la Figura 3 revela que más del 50% del cobre que no se recupera está en fracciones finas < 75 micras (malla 200); lo cual, representa el 13% de la recuperación global y del cual gran cantidad es cobre oxidado que difícilmente responde a la flotación convencional (Yianatos, Bergh, Condiri, & Aguilera, 2001).

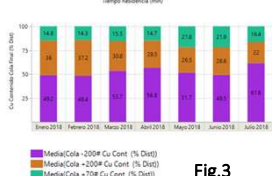


Fig.3

Una de las variables hidrodinámicas en el proceso de flotación es la velocidad superficial de aire (Jg), es útil para la comprensión de los fundamentos de la flotación y de la optimización de este proceso (Finch, Xiao, Hardie, & Gomez, 2000). El Jg es una medida de la capacidad de aireación de la celda de flotación y tiene influencia directa en la cinética y en consecuencia en la recuperación (Fuerstenau, Jameson, & Yoon, 2007). La Figura 4, revela información de la variable Jg y los rangos de operación en plantas de flotación. Solo 2 están por encima de 1.5 cm/s; Lo cual justifica la adición de mas aire mediante inyectores Slamjets®

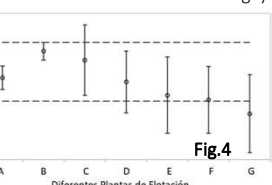


Fig.4

Por otro lado, la cavitación es un fenómeno físico que se utiliza para generar una alta proporción de burbujas ultra finas, que se adhieren selectivamente a las superficies hidrofóbicas (Fig.5) e incrementan la recuperación de las partículas finas, lo cual se logra con el Cavtube®



Fig.5

Metodología

Objetivo I. Definir el numero de inyectores y la distribución de aire adicional en celdas tanque convencionales; así como, determinar el flujo máximo de aire que se puede introducir en la celda sin afectar su estabilidad.

La prueba se realizó con inyectores provisionales, con la boquilla de los Slamjet® y tubos conectados al suministro de aire, como lo muestra la siguiente figura se colocaron en diferentes celdas DO de 50m³. Véase la Figura 5.

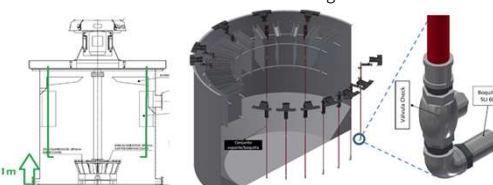


Fig.5 Instalación de inyectores provisionales para adición de aire

La prueba consistió en abrir el aire a los inyectores durante un turno completo (condición ON) y el siguiente turno cerrar el suministro de aire (condición OFF) durante un periodo total de 47 días. Se tomaron muestras de los concentrados y de colas finales, las muestras se prepararon y se ensayaron para realizar los balances y calcular las recuperaciones, posteriormente se llevo a cabo el análisis estadístico mediante la prueba t-student de muestras pareadas (Montgomery, 2001). En la sección de resultados I, se discuten los resultados de esta estrategia.

Objetivo II. Incrementar las microburbujas en la columna de flotación, con la actualización de la columna actual de cobre usando el uso de CavTube® en la última etapa de limpieza y obtener una mejor calidad del concentrado de cobre disminuyendo el contenido de insolubles, (Diaz-Penafiel & Dobby, 1994) (Yoon, 1993). El esquema de la Figura 6 describe el funcionamiento de las columnas de flotación con tubos de cavitación.

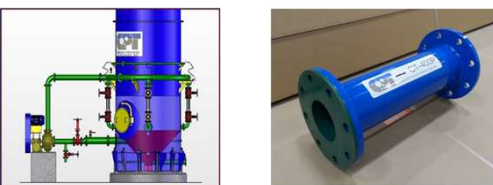


Fig.6 Esquema de la columna de flotación con CavTube®

La actualización consistió en cambiar los cuatro tubos tipo microcell que tenían instaladas las columnas de flotación para utilizar los Tubos de Cavitación CavTube® CT200 de 2" diámetro, La Figura 7 muestra las fotos del antes y después del cambio con los tubos de Cavitación.

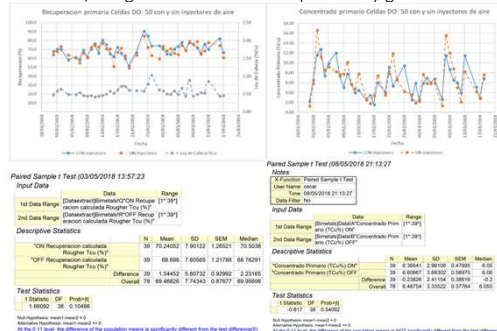


Fig.7 Retrofit de las columnas de concentrado final de cobre

Enseguida de la actualización de las columnas de flotación de cobre se realizó un muestreo por turno y se compararon los resultados de grado de cobre y contenido de insoluble en el concentrado final con el análisis realizado dos meses antes del cambio. En la sección de resultados II se presentan las graficas comparativas del antes y después de la actualización del sistema de inyección de aire CavTube®

Resultados

Resultado I. Los operadores de flotación en Bimetals determinaron en base a su experiencia el número de boquillas y el máximo flujo de aire que mantenía estable a la celda de flotación DO50; se realizó un muestreo por turno del 31 de Enero al 18 de Marzo del 2018, cada dos días de aire adicional en ON y dos días en OFF, de esa forma se obtuvieron 39 pares de datos, la Figura 8 muestra la recuperación y grados de cobre



Estadísticamente se comprueba que el aumento de 1.5% en la recuperación de cobre en el banco primario de flotación, es debido a la inyección de aire mediante las boquillas SLJ35 y por otro lado, no hay una diferencia significativa en los grados de cobre de los concentrados primarios por la inyección de aire.

Resultado II. Antes del uso de tubos de cavitación en las columnas de flotación de cobre los grados de concentrado promediaban 23.39% principalmente por el alto contenido de insolubles >5%. La Figura 9 presenta el antes y después de la instalación de los CavTube® con las medias de Cu e Insolubles.

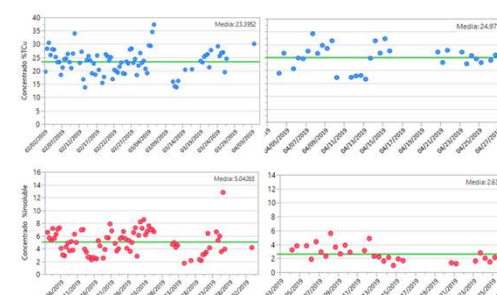


Fig.9 Resultados antes y después del retrofit de la columna de las columnas de flotación de cobre.

Los resultados que se obtuvieron muestran una disminución de cerca del 50% del contenido de insoluble en el concentrado final de cobre, que al mismo tiempo representa una mejora considerable en el grado de éste +1.58% Cu.

Conclusiones

- Se comprobó que la adición de aire con Slamjets® en las celdas mecánicas generan burbujas finas que incrementan la recuperación sin afectar el grado de los concentrados primarios. La planta evaluará el uso de inyectores en las celdas limpiadoras de 20m³ con el mismo esquema ON/OFF
- Con el empleo de los tubos de cavitación en las celdas columnas de flotación, es posible mejorar el grado de cobre en el concentrado de cobre y disminuir el contenido de impurezas. La planta continua en proceso de mejora al rediseñar la charola de agua de lavado con lo que se espera aun mas incrementar la calidad del concentrado de cobre.

Referencias

- Diaz-Penafiel, P., & Dobby, G. (1994). Kinetic-Studies in Flotation Columns - Bubble-Size Effect. Minerals Engineering, 7(4), 465-478.
- EFD, B. E. (2019). Slamjet, Sparger series. USA: www.eriezflotation.com.
- Finch, J., Xiao, J., Hardie, C., & Gomez, C. (2000). Gas dispersion properties: Bubble surface area flux and gas holdup. Minerals Engineering, 13(4), 365-372.
- Fuerstenau, M., Jameson, G., & Yoon, R. (2007). Froth flotation: a century of innovation. SME, 129.
- Montgomery, D. C. (2001). Design and Analysis of Experiments pp 49-57. Arizona: John Wiley & sons, inc.
- Yianatos, J., Bergh, L., Condiri, P., & Aguilera, J. (2001). Hydrodynamic and metallurgical characterization of industrial flotation banks for control purposes. Minerals Engineering, 14(9), 1033-1046.
- Yoon, R. (1993). Microbubble flotation. Minerals Engineering, 6(6), 619-630.