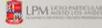


LIXIVIACIÓN EN PILAS

Este método se aplica a minerales de cobre oxidados y a minerales mixtos de cobre de baja ley. Desde la década de los ochenta se ha incorporado un proceso de aglomeración y curado con el objetivo de mejorar las cualidades físicas del lecho poroso y producir la sulfatación del cobre presente en la mena. La aglomeración de partículas finas y gruesas con la adición de agua y ácido concentrado pasó a constituir una operación unitaria de gran importancia en la lixiviación en pilas, pues, como pre- tratamiento previo a la lixiviación en lecho irrigado tiene los siguientes objetivos:

- Uniformar el tamaño de partículas, ligando los finos a los gruesos, evitando el comportamiento indeseable de un amplio rango de distribución de tamaños.
- Homogenizar la porosidad de un lecho de partículas e incrementarla.
- Optimizar la permeabilidad de un lecho y la consiguiente operación de lixiviación mediante la aglomeración.
- Facilitar el tratamiento por lixiviación, con los propósitos de disminuir los costos de inversión y operación del proceso extractivo.

En el caso del cobre la aglomeración se realiza agregando solamente la fase líquida humectante ya sea:

- Agua.
- Soluciones diluidas.
- Agua-H₂SO₄ concentrado.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

1

Los factores que afectan la calidad del aglomerado son numerosos, pero, se destacan los siguientes:

- Distribución de tamaños de partícula.
- Composición química del sólido.
- Cantidad de arcillas y sales solubles.
- Porosidad de los sólidos.
- Tensión superficial y viscosidad del humectante.
- Reactividad del humectante frente al sólido.
- Cantidad de humectante agregado (humedad)
- Forma de mezclado.
- Tiempo de curado.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

2

La aglomeración con presencia del agente lixivante, como pueden ser el ácido sulfúrico, soluciones ácidas con sulfato férrico etc., provocan el inicio del ataque químico sobre la mena en la etapa de pretratamiento. Los objetivos de aglomerar con el humectante altamente rico en H₂SO₄ son:

- Acondicionar la mena para lograr mejores aptitudes a la disolución.
- Aprovechar las condiciones químicas de los extractantes en mayor concentración que cuando están diluidos.
- Agilizar la cinética de lixiviación de los minerales.
- Flexibilizar la concentración de las soluciones obtenidas en lixiviación y su calidad.
- Mejorar la calidad de los aglomerados.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

3

 LPM LABORATORIO DE PROYECTOS METALURGICOS

Lo característico, de este ataque o digestión es la concentración elevada del ácido impregnante, la concentración del ácido oscila entre 200 a 1000 gpl con dosificaciones en el rango de 30 a 80 Kg ácido/TM de mineral. El ácido agregado, desempeña varias funciones:

- Sulfatar los minerales de cobre y permitir su afloramiento por capilaridad inversa.
- Fracturar químicamente la roca matriz creando mayores vías de ataque y penetración.
- Reaccionar inevitablemente con la ganga disolviendo ciertas sustancias no útiles.
- Generar calor en el aglomerado, por reacciones exotérmicas y calor desprendido por dilución del ácido concentrado.
- Exhibir en el humectante un mayor potencial oxidante.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

4

 LPM LABORATORIO DE PROYECTOS METALURGICOS

Existen diferentes formas y equipos para efectuar la aglomeración, y dentro de los más utilizados se puede mencionar: tambor rotatorio, disco peletizador, correa transportadora y aglomerado manual. La manera más eficiente de hacerlo es usando un tambor rotatorio con una inclinación adecuada en el sentido del flujo de sólidos. El mineral se carga en forma continua por la parte posterior del tambor, que está más alto. El agua y el ácido sulfúrico se agregan mediante duchas o chorros, también en la parte posterior del tambor. Guías longitudinales evitan el resbalamiento del mineral y éste es elevado produciéndose luego una caída en la cual las partículas adquieren un movimiento rotatorio. El porcentaje de humedad y la inclinación del tambor son factores muy importantes en la calidad del aglomerado. Un 7 a un 10% de humedad puede lograr un excelente aglomerado, así como un tiempo de residencia del mineral en el tambor, del orden de uno a tres minutos. Con este método se logra una adherencia de la mayoría de los finos sobre las partículas gruesas.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

5

 LPM LABORATORIO DE PROYECTOS METALURGICOS

Cuando no se realiza una aglomeración o en su defecto, se efectúa una mala operación de aglomeración, se producen los siguientes problemas operacionales en las pilas:

- Existencias de caminos preferenciales del fluido a través del reactor, es decir la solución puede pasar a través del lecho sin llegar a tener contacto con la mena.
- Existencias de zonas muertas en el interior del reactor, éstas son regiones del reactor que no son aprovechadas por la solución lixivante.
- Compactaciones del lecho, posible segregación de tamaños (cuando se erosionan los aglomerados, se rompen los puentes líquidos o precipitan sales finas) y acumulación preferencial de finos que provocan impermeabilizaciones.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

6

Es necesario minimizar estos problemas para optimizar el proceso, ya sea generando menos finos o aglomerando adecuadamente antes de la lixiviación. También debe mejorarse los aspectos de carguío de la pila (operación de formación del lecho), utilizar un flujo y una distribución adecuada de soluciones de lixiviación y las concentraciones de reactivos deben ser las precisas para minimizar la molienda química. Una vez que se ha aglomerado y construido la pila de mineral, el lecho se deja en reposo durante el tiempo de "curado" establecido. Al completar este tiempo, se comienza a regar la pila de mineral con una solución diluida en ácido sulfúrico, obteniendo una solución rica en cobre y con un alto contenido de impurezas. Las variables que afectan la lixiviación en pilas son:

- Condiciones de Aglomeración y Curado, cada una de las variables que influye en el curado, repercute en la lixiviación. Por ejemplo, a menor granulometría, mayor y más rápida será la extracción de cobre en esta etapa.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

7

- Altura del lecho, está determinada por la permeabilidad del producto después del curado y por la velocidad en que se disuelve el metal de interés. Según esto, siempre es posible encontrar un óptimo de concentración de ácido inicial y flujo alimentado para una altura dada, pero en realidad la altura tiene restricciones de carácter práctico y de inversión. Si se aumenta la altura, dejando constante las demás variables de operación, el líquido que desliza tiene un mayor tiempo de residencia dentro del reactor, por lo que tendrá mayor concentración de cobre instantánea en la solución efluente, sin embargo, en contraposición a esto, aumentan las canalizaciones y compactaciones que restan eficiencia al proceso. Además, al trabajar con alturas más grandes existe mayor posibilidad de disolver la ganga, repercutiendo en un mayor consumo de reactivo.

- Flujo Específico, es la velocidad a que se desplaza la solución lixivante, a través, de un lecho poroso. Se expresa en litros por unidad de tiempo y unidad de área transversal de la pila. El flujo específico depende de las cualidades físico-químicas del lecho aglomerado y está ligado con la concentración de ácido sulfúrico en la alimentación. Cuando el flujo aumenta, disminuye el tiempo de residencia en el reactor y el líquido deslizante tiene menor contacto con los aglomerados. Cuando el flujo disminuye, aumenta el tiempo de residencia en el reactor y el líquido deslizante tiene mayor tiempo de contacto con el sólido. Su influencia es notoria en los primeros días de lixiviación.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

8

- Concentración y Dosificación de ácido sulfúrico, la concentración de ácido sulfúrico es el que otorga la capacidad de carga a la solución lixivante. En efecto, a mayor concentración de ácido sulfúrico, disminuye el pH y aumenta la disolución del sulfato de cobre y se sulfata el cobre remanente. Este ácido inyectado en la alimentación se va consumiendo en el recorrido a través del reactor, éste consumo de ácido se debe a reacciones químicas tanto con la ganga como con restos de cobre que no reaccionaron en la etapa de curado, provocando un aumento del pH, que a su vez puede provocar la precipitación de sales. La dosificación de ácido en esta etapa queda determinada por la combinación óptima del flujo y la concentración alimentada.

- Presencia de Agentes Oxidantes, provoca el aumento del potencial de óxido-reducción del sistema que al aumentar, provoca una mayor disolución de cobre. Para la lixiviación en pilas de minerales oxidados de cobre, en general no se requiere la presencia de estos agentes oxidantes.

- Tiempo de Lixiviación, queda determinado por la extracción que se desea y la cinética de extracción. En la figura 3 y figura 4, se observa un diagrama de flujos típico de este proceso.

CLASE 3 Módulo 8 HIDROMETALLURGIA CUARTO I (Carlos Molina)

9
