

Extracción de ácido sulfúrico con fosfato de tributilo 2.0M a partir del drenaje ácido de mina. Experimentación.

Dr. J. Antonio Barrera G.

Ingeniería de Procesos Metalúrgicos.
Departamento de Ingeniería Metalúrgica.
Facultad de Química. UNAM
Cd. Universitaria, agosto 2018
prof.barrera@yahoo.com
barrerag@unam.mx
56 22 52 40

Introducción

La minería es una actividad económica importante para México. La producción de alrededor de 10 minerales metálicos y no metálicos representa cerca del 90% del valor de la producción minero metalúrgica nacional y otros 18 minerales como plata (Ag), cobre (Cu), zinc (Zn), plomo (Pb), oro (Au), molibdeno (Mo), hierro (Fe), y manganeso (Mg) ocupan una posición relevante entre los producidos a nivel mundial. El beneficio de los minerales es una de las actividades mineras más importantes aunque conlleva la problemática de que se producen una gran cantidad de desechos de mina, entre los destacan los jales o relaves. Estos sólidos son el producto final del beneficio de los minerales y se caracterizan por poseer cantidades considerables de minerales sulfurados y una elevada superficie específica. Por lo que, al estar en contacto con el oxígeno y la lluvia reaccionan bacterianamente catalizados generando un tipo de contaminación llamado drenaje ácido de mina (DAM). El DAM tiene dos fuentes: la primera surge de los jales abandonados de minas viejas o mal mantenidas y la segunda es de origen natural y se le conoce como drenaje ácido de roca (DAR), pero esencialmente ambos drenajes presentan la problemática de tener que procesarlos de una manera ambiental y económicamente sustentable. Frecuentemente, en la industria se aplican procesos de neutralización y precipitación para eliminar a este hierro y el ácido, con el inconveniente de una costosa producción de residuos nocivos para el ambiente. De cualquier modo, debido al advenimiento de leyes ambientales, más rigurosas sobre la disposición de residuos, la industria minera estará obligada a desarrollar nuevos métodos de eliminación del hierro que eviten la formación de residuos contaminantes y que al mismo tiempo sean ambientalmente sustentables.

La alta acidez del DAM es causada por la oxidación de la pirita (FeS_2) a ácido sulfúrico. Como resultado de esa oxidación, el agua contaminada adquiere un pH bajo, altas concentraciones en sulfatos y niveles elevados de metales pesados disueltos, principalmente hierro, cobre, zinc, cadmio, plomo, arsénico y aluminio. En otras propuestas de proyecto se ha simulado y experimentado la recuperación del hierro mediante el proceso DGPC (Despojo Galvánico acoplado con una PiroConversión)¹ a partir del DAM y se ha encontrado que se para alcanzar una solución integral a la problemática ambiental generada por el DAM, es necesario encontrar un proceso, técnica o metodología adecuado para remover este ácido, forzosamente sin la generación de residuos de neutralización y sin el consumo de un agente neutralizante, como la cal. Se sabe, que una vez que el hierro que ha sido removido de la fase acuosa mediante el DGPC, la acidez del DAM se incrementa y esto empeora el reto de eliminar la acidez. Por esto, surge la necesidad de explorar la remoción de este ácido; deseablemente, para crear un valor agregado al proceso de tratamiento del DAM aún por proponerse.

La técnica que permitiría recuperar y concentrar a este ácido es la extracción por solventes, empleando al TBP (fosfato de tributilo), el cual ha sido utilizado para recuperar diversos ácidos. Tiene la ventaja de que

¹mediante al aplicación de una combinación de una extracción por solventes y una oxidación a baja temperatura.

frecuentemente se alcanzan buenas recuperaciones de ácido y se logra una concentración del mismo, quizá lo suficiente elevada para ser un producto comercial.

En este proyecto solamente se explorará experimentalmente la extracción por solventes con la intención de acoplarlo a las propuestas de tratamiento del DAM ya simuladas. Con estos experimentos de extracción por solventes se tratará de identificar a las condiciones más adecuadas para una máxima extracción de ácido en ausencia de hierro. Debido a la necesidad de conocer el efecto de la concentración del extractante, se proponen 2 proyectos. Esta propuesta se realizará para una concentración de 2.0M TBP en la fase orgánica.

Hipótesis

Mediante la aplicación una extracción por solventes del ácido sulfúrico a partir de un DAM sintético y sin hierro, se encontrará que el coeficiente de distribución de la extracción del ácido será proporcional a la concentración de ácido y a la del extractante².

Objetivo particular a lograrse con el proyecto

- Estudio experimental de la extracción por solventes del ácido sulfúrico a partir del DAM³ con miras a su acoplamiento con un proceso integral de tratamiento ambiental y económicamente sustentable de este residuo.

Objetivos a ser alcanzados por el estudiante

Al concluir el semestre, el estudiante habrá:

- Integrado sus conocimientos obtenidos (*indicado por el contenido del informe*) en las siguientes materias:
 - Beneficio de Minerales
 - Hidrometalurgia
 - Química General
 - Metalurgia Química Experimental.
 - Introducción a la Ingeniería de Procesos Metalúrgicos y de Materiales
 - Ingeniería de Procesos Metalúrgicos y de Materiales.
- Manejado literatura específica de la separación del ácido sulfúrico en el DAM, *indicado por la escritura de una revisión de la literatura.*
- Conocido las distintas técnicas de determinación de la isoterma de extracción del ácido sulfúrico, *indicado por su revisión de la literatura contenida en su informe.*
- Practicado sus habilidades experimentales, *indicado por la realización de los experimentos, los que se describirán en su informe.*
- Identificado las condiciones más adecuadas para una eficiente remoción del ácido sulfúrico en el DAM libre de hierro, *indicado por el contenido del informe.*

Metodología

La metodología consiste en conocer el proceso a partir de la revisión de la literatura pertinente. Luego se identificarán a las técnicas analíticas actualmente utilizadas para la determinación los coeficientes de distribución e isothermas de extracción del ácido sulfúrico contenido en el DAM. Mediante la revisión de la literatura, se estimarán las condiciones típicas para la extracción del ácido sulfúrico. Se realizarán pruebas cinéticas para conocer el tiempo de extracción. Se determinará la isoterma de extracción y se estudiará el efecto de la concentración del extractante (TBP) mediante la compartición de resultados. Se analizarán los resultados, los cuales se incorporarán al informe.

²Los estudiantes que realicen estos proyectos compartirán sus resultados al momento del informe final para que puedan estimar el efecto de la concentración del TBP.

³En una propuesta se propondrá la creación de un DAM a partir de colas de flotación.

Actividades que el estudiante desarrollará

1. Revisión de la literatura (RL) actual relacionada con el tema. Elaborará un análisis de la literatura consultada y escribirá una revisión de la literatura incluyendo las condiciones típicas de la extracción del ácido (3 semanas)
2. Se prepararán soluciones e implementarán técnicas de cuantificación de la concentración de ácido en las soluciones. (2 semanas)
3. Se diseñarán y ejecutarán los experimentos cinéticos, incluido el análisis de las muestras. Interpretación de resultados. (6 semanas)
4. Se diseñarán y ejecutarán los experimentos de determinación de la isoterma de extracción, incluido el análisis de las muestras. Interpretación de resultados. (6 semanas)
5. Estudio del efecto de la concentración del TBP: Se compartirán los resultados con el proyecto complementario para realizar la interpretación de resultados. (3 semanas)
6. Seminarios, Discusión y Análisis de resultados (5 semanas)
7. Elaborará un informe sobre las actividades desarrolladas (todo el semestre)

Infraestructura

Se utilizarán los reactivos (TBP, ácido sulfúrico), el equipo (balanza analítica, agitadores magnéticos y pHmetros), material de vidrio (vasos de precipitados, embudos, filtros, probetas, matraces, agitador con gendarme, etc) además de software, computadora y recursos y espacios que profesor tiene a su disposición. Las determinaciones de ácido se realizarán en el laboratorio.

Calendario de actividades

	semana															
actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	x	x	x													
2			x	x												
3				x	x	x	x	x	x							
4					x	x	x	x	x	x						
5										x	x	x				
6				x		x	x					x			x	
7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Características deseadas en el estudiante

- Gusto por la metalurgia extractiva (hidrometalurgia) y solución de problemas ambientales.
- Deseo de perfeccionar sus habilidades para la experimentación.
- Sistemática para atacar y resolver problemas.
- Velocidad para aprender.

Lugar y horario de laboratorios / aulas

Laboratorio de Beneficio de Minerales. Laboratorio de Metalurgia Extractiva. Cubículo computación de procesos en horas hábiles.

Seminarios en el cubículo 3 del laboratorio 212.

Evaluación del Estudiante

Evaluador

Dr J Antonio Barrera G

Métodos

Calificaciones de revisión de literatura, realización de cálculos, desenvolvimiento en los seminarios, realización de las simulaciones y discusión de resultados.

Criterios

Requisitos previstos en la materia mas:

Revisión de la literatura	10 %
Realización de experimentos	40 %
Seminarios	10 %
Discusión de resultados	10 %
Informes parciales	20 %
Informe técnico y réplica oral	10 %
Iniciativa e interés (adicional)	0-15 %

La iniciativa e interés se evaluarán subjetivamente, por lo tanto son adicionales al 100.

Número de estudiantes: 1 (uno)

Comentarios adicionales

Ninguno