

PRUEBAS EXPERIMENTALES DE EXTRACCION POR SOLVENTES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE MEZCLADORES - SEPARADORES A NIVEL DE LABORATORIO.

Francisco Gamarra G.¹ Francisco Rojas T.²

RESUMEN

En el presente trabajo presentamos los resultados de las pruebas básicas que, junto con algunas consideraciones teóricas extraídas de la bibliografía, nos permitirán diseñar y construir mezcladores y separadores para la extracción por solventes, a nivel de laboratorio.

Se ha escogido una extracción, por formación de compuesto, en la cual el orgánico lo constituye el PT-5050 de la casa Acorga; y como acuoso, una solución de lixiviación de un mineral oxidado de cobre de Ite-Tacna.

INTRODUCCION

La extracción del cobre por solventes, es una técnica de purificación aplicada a soluciones pobres con la finalidad de concentrar el metal hasta un punto en que un proceso posterior, como la electrodeposición, pueda ser llevado a cabo.

La cinética es fundamental en el diseño de cualquier reactor, por lo que se consideró necesario estudiar tres aspectos: la cinética de extracción, de re-extracción y la velocidad de separación de fases.

Como elemento acuoso se utilizó una solución proveniente de la lixiviación ácida de un mineral de cobre oxidado de Ite-Tacna. Esta solución, juntamente con el orgánico, se emplearon para realizar las pruebas necesarias que nos permitirán establecer el diseño de los

reactores y separadores en una planta de extracción por solventes, a nivel de laboratorio.

MATERIAL Y METODOS

1. Material

Como orgánico se utilizó el PT-5050, y como acuoso la solución de lixiviación de un mineral de cobre oxidado de Ite-Tacna. Esta solución de lixiviación tuvo una concentración de 5,39 g/l de cobre y un pH=2,0.

Además se utilizó querosene como diluyente.

Los equipos utilizados fueron:

- a) Peras de decantación
- b) Agitador magnético.
- c) Vasos de precipitado
- d) Potenciómetro.
- e) Probetas.

1. Ingeniero metalúrgico
2. Bachiller en metalurgia

- f) Soporte Universal.
- g) Jeringas hipodérmicas.
- h) Pipetas.
- i) Cronómetro.

Todas las pruebas efectuadas fueron del tipo "batch".

2. Métodos

Las pruebas de cinética de extracción y re-extracción, fueron llevadas a cabo en condiciones ambientales, es decir, a temperatura de 23°C y a una atmósfera de presión.

a) Cinética de extracción.

Antes de iniciar las pruebas para determinar la cinética de extracción, se procedió a calcular la concentración del orgánico adecuado para nuestra solución de lixiviación.

El método consistió en dividir la concentración en cobre, de la solución de lixiviación, entre la capacidad de carga del orgánico:

$$\% v = \frac{5,39 \text{ g/Cu}}{0,50 \text{ g/l/\%v}} = 10,78$$

A esta concentración de orgánico se le dividió entre la capacidad de transferencia neta del orgánico que, según la práctica industrial, se encuentra entre el 65% a 75%. Entonces:

$$\% v = \frac{10,78}{0,75} = 14,37$$

Esta concentración del orgánico encontrada, se puede aproximar a 15 %V como lea adecuada para nuestra solución de lixiviación.

Para determinar la cinética de extracción se mezcló a 900 rpm, el orgánico de concentración conocida con el acuoso, con una razón de fases O/A igual a uno. Durante el mezclado de las fases, se extrajeron muestras a los 30 seg, 1 min, 2 min, y 5 min. Las muestras fueron analizadas para determinar el porcentaje de extracción de cobre.

b) Cinética de re-extracción.

Primeramente se cargó el orgánico de concentración conocida hasta su máxima capacidad, luego, éste se fue mezclando con una solución ácida sulfúrica de 150 g/l de concentración. Durante el mezclado, las muestras son extraídas a los 30 seg, 1 min, 2 min y 5 min, y luego ser analizadas para determinar el porcentaje de re-extracción de cobre.

c) Velocidad de separación.

Para determinar la velocidad de separación de fases, se mezcló a 900 rpm, el orgánico de concentración conocida con el acuoso, con una razón de fases O/A igual a uno. Luego se transfirió rápidamente a una probeta de 250 cm³ de capacidad, en el cual se midió el tiempo de separación y la velocidad de separación de fases.

RESULTADOS

a) Cinética de Extracción

Se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 1

Tiempo (min)	Extracción (%)
0,5	63,52
1,0	92,09
10,0	100,00

b) Cinética de Re-extracción

Se obtuvieron los siguientes

TABLA 2

Tiempo (min)	Extracción (%)
1,0	91,25
2,0	95,13
10,0	100,00

c) Velocidad de separación de fases

Se encontró que el tiempo que demoran las fases en separarse fue de 30 segundos y se midió una velocidad de separación de fases de 0,32 cm/s.

DISCUSIÓN

a) Dimensionamiento del reactor y separador

Se sabe que la cinética de una reacción química homogénea, es función de la concentración, temperatura, presión y del catalizador presente. Pero cuando la reacción química es heterogénea, es necesario considerar una variable más: el área de contacto.

Si nosotros observamos las figuras 1 y 2, veremos que mientras la diferencia de concentración, respecto al cobre, entre la fase acuosa y la fase orgánica, es menor, la cinética de extracción o re-extracción se volverá más lenta.

Como se habrá observado, la cinética de la reacción temperatura de 23°C y presión, de una atmósfera aproximadamente, y no se ha creído conveniente cuantificar a la temperatura y la presión, sin embargo sabemos que la temperatura destruye a cualquier reactivo orgánico. Por esa razón no hemos querido correr el riesgo de destruir a nuestro orgánico, aunque la temperatura pueda favorecer a la cinética de reacción. En cuanto a la presión, implementarla a nivel industrial sería impracticable por múltiples razones y además, no fue necesario cuantificarla, ya que la cinética de la reacción resultó buena. Finalmente respecto al área de contacto, ésta es controlada por la agitación, aquí fue necesario extraer la información de la bibliografía técnica.

Por otro lado, se puede ajustar los datos

Figura 1
CINETICA DE EXTRACCION

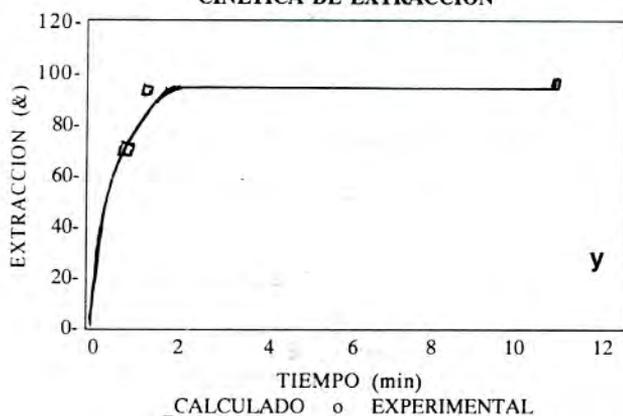
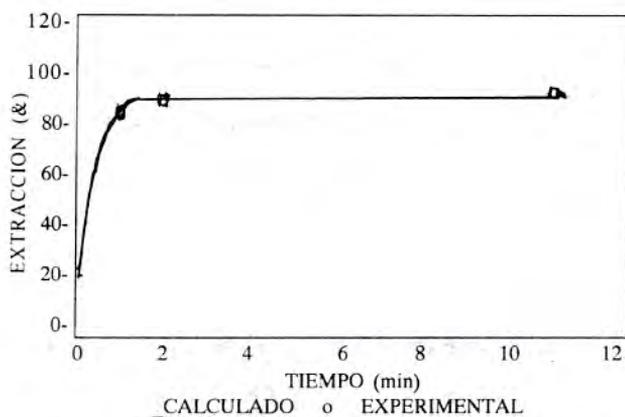


Figura 2
CINETICA DE RE-EXTRACCION



experimentales obtenidos en las tablas 1 y 2 a una ecuación exponencial con parámetros. La ecuación para la extracción sería:

$$E (\%) = 98.59 [1 - \exp^{-2.235t}]$$

y para la re-extracción

$$\text{Re-ext}(\%) = 99.93 [1 - (1/10.945t)(1 - \exp^{-10.945t})]$$

Las figuras 1 y 2 muestran los datos experimentales con los datos ajustados.

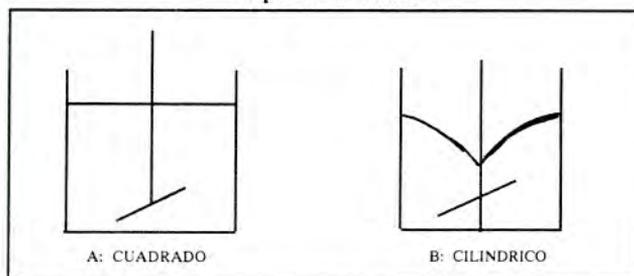
Podemos con todos estos datos dimensionar los reactores de extracción, y el de re-extracción. Si, por ejemplo, establecemos un flujo de 350 cm³/min y un tiempo de residencia de 2,0 minutos, tendremos que nuestro reactor debe tener un volumen mojado de 700cm³. Desde luego, habrá que darle un porcentaje de incremento, debido al volumen del agitador y al aumento de volumen cuando la mezcla es agitada.

En cuanto al tamaño del separador, éste puede ser calculado teniendo en cuenta la velocidad de separación. Si exageramos el tiempo de separación encontrado y lo establecemos en 1,5 minutos, y si además, lo relacionamos con el flujo de alimentación de 350 cm³/min, tendremos que nuestro separador debe tener un volumen de 525 cm³. En función a este volumen, podremos calcular la altura de nuestra columna de separación fácilmente, con sólo establecer un área. Ahora, si establecemos una relación altura/diámetro, igual a 3,6 para la columna, podremos calcular su altura y su diámetro. Realizando los cálculos correspondientes, encontramos que la altura y el diámetro son de 20,54 y 5,70 centímetros respectivamente.

b) Forma geométrica del reactor, separador y agitador

En cuanto a la geometría del reactor, se tiene que ésta puede ser cilíndrica o cuadrada (figura 3). La ventaja de un reactor cuadrado radica en que no origina "vortex" y que además, son fáciles de construir, tanto a nivel de laboratorio como a nivel industrial. Reactores cilíndricos originan "vortex" y son más dificultosos construirlos a nivel industrial.

Figura 3
Tipo de mascladores

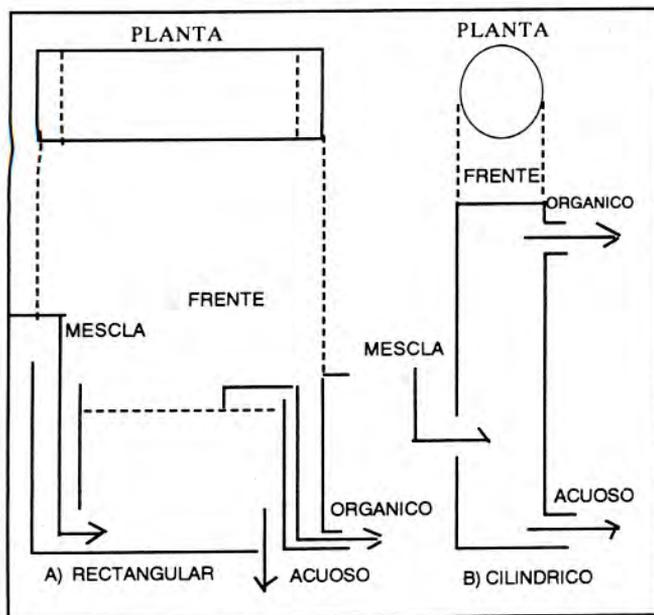
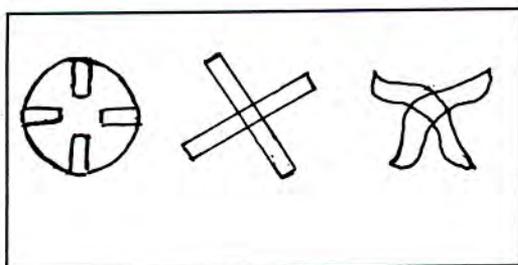


Respecto al equipo separador de fases, éste puede tener también dos formas: rectangular o cilíndrico (figura 4). Un separador cilíndrico a nivel de laboratorio es

fácil de conseguir (por ejemplo tubos de PVC o fluorescentes) y la ventaja que tiene, a nivel industrial, es que ocupa menos área.

En cuanto a la forma del agitador existen numerosos diseños (figura 5). En cualquier caso, uno de ellos puede ser utilizado.

Figura 4

FIGURA 5
TIPOS DE AGITADORES

BIBLIOGRAFIA

Lott, J.B. et al. 1972, **Design of Large Scale MixerSttelers.** By J.B.Lott, G.I.Warwich, and J.B. Schuffham, **Transactions (AIME)**, vol.252, 27-35.

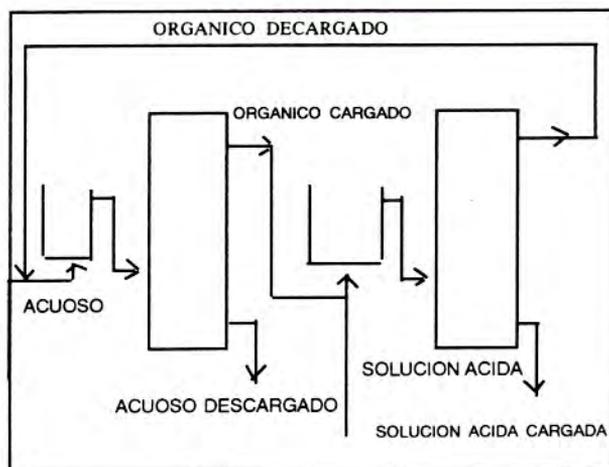
Revista Metal CENIN, 1980, **Aplicaciones de la extracción con disolventes a la hidrometalurgia.** Vol. 16, número 5.

c) Número de etapas.

En cuando al número de etapas, varía según el metal de interés, y, por lo general, está entre 2 - 4 etapas, tanto en la extracción como en la re-extracción. En la figura 6 se puede observar una típica operación de extracción por solvente

FIGURA 6

SISTEMA DE EXTRACCION POR SOLVENTES



CONCLUSIONES

1. Es ventajoso construir un reactor de forma cuadrada para las etapas de extracción y re-extracción.
- 2.- Es ventajoso construir un separador de forma cilíndrica en primera instancia.
3. Se debe utilizar elementos de agitación y bombeo de por lo menos 1200 rpm, con sistema de control de rpm.
- 4.- Consideraciones en cuanto a la forma de alimentación, a los reactores, forma del agitador, altura del agitador, y otras consideraciones, tendrán que ser evaluadas con pruebas continuas.

G.M. Ritcey. 1984, **Solvent Extraction: Principles and applications to process matallurgy (Part I)** Editorial Elsier-Amsterdam, páginas 68-72.