

CP-II-7

USO DE UNA MEMBRANA POLIMERICA MODIFICADA CON UN TENSOACTIVO NO-IONICO EN LA REMOCION DE Cu (II) DESDE AGUAS RESIDUALES DE MINA

F. Valenzuela, C. Basualto, J. Sapag-Hagar, C. Tapia y C. Salinas

Laboratorio de Operaciones Unitarias, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas,
Universidad de Chile, C.C. 233 – Santiago 1, Chile, e-mail*: fvalenzu@uchile.cl

Introducción

Entre los diferentes métodos prácticos existentes para lograr la separación de compuestos disueltos en soluciones acuosas, especial interés ha venido alcanzando en los últimos años los procesos de permeación mediante las denominadas “membranas poliméricas líquidas”, (MPL). Entre otros campos de aplicación, esta tecnología ha venido siendo utilizada con mucho éxito por diferentes investigadores en ciencias ambientales, ecología, control de polución de aguas, química analítica y particularmente en hidrometalurgia en procesos de separación y concentración de iones metálicos^{1,2}. En los últimos años hemos venido desarrollando una serie de trabajos de investigación con el propósito de estudiar la extracción y recuperación de los contenidos de metales presentes en soluciones acuosas ácidas diluidas del tipo “aguas de mina” de la actividad minera de Chile mediante extractores de membrana polimérica líquida de soporte sólido del tipo fibras huecas. En dichos trabajos hemos avanzado en el estudio, tanto del fenómeno y mecanismo de transporte de los metales en la MPL como en lograr altos grados de separación y extracción selectiva de los iones metálicos existentes en las soluciones tratadas³⁻⁶. Por otra parte, es claro que la velocidad de permeación de los metales a través de la membrana polimérica puede ser mejorada. Una forma de lograrlo es mediante la adición de sustancias que promuevan la reacción de extracción, aditivo que debe ser soluble en fase orgánica, la cual se encuentra embebida en la estructura porosa de la MPL, debido a que su eventual recuperación desde refinados acuosos es extremadamente difícil. En este estudio se presenta la influencia de utilizar una sustancia tensoactiva no-iónica comercial en la preparación de la MPL, sobre la velocidad de permeación de Cu(II) a través de ella, utilizando un extractor de fibras huecas de teflón y como solución acuosa contenedora del metal, un agua de mina de cobre obtenida en la actividad minero metalúrgica de Chile. Se propone un posible mecanismo de acción del tensoactivo sobre el transporte acoplado del metal con el extractante utilizado.

Procedimiento Experimental

Las soluciones orgánicas utilizadas en este estudio se prepararon disolviendo en el diluyente de grado técnico kerosene de aviación (Esso Chile), el extractante comercial LIX 860-NIC (5-nonilsalicilaldoxima) de Chile Harting-Henkel y la sustancia tensoactiva comercial Span 80 (monooleato de sorbitan). Corresponde a un líquido amarillo y que presenta un balance hidrofílico/lipofílico de 4,3. Como solución acuosa de alimentación contenedora de cobre, se empleó un agua de mina de la División El Teniente de Codelco-Chile cuya composición promedio es la siguiente: 0,8 g/L Cu(II), 0,2 g/L Fe, 0,2 g/L Al (III) y cantidades menores de otros metales. Corresponde a una solución de color ligeramente azul y de pH 2,8. Como soluciones de retroextracción se emplearon soluciones concentradas de H₂SO₄.

Se realizaron determinaciones de tensión interfacial, γ , entre las soluciones orgánicas con y sin las sustancias tensoactiva (Span-80) y extractante (LIX-860-NIC) y las soluciones acuosas contenedoras de cobre a 30°C mediante un Tensiómetro de Precisión de Dunoy. Los experimentos de equilibrio de extracción se efectuaron contactando hasta permitir alcanzar el equilibrio, iguales volúmenes de la solución agua de mina contenedora de cobre y las soluciones orgánicas. Posteriormente se posibilitó la separación de fases para determinar su contenido de cobre mediante

espectrofotometría de absorción atómica en un equipo Perkin Elmer 3110. Las fases acuosas fueron determinadas directamente, en cambio el contenido del metal en las fases orgánicas fueron determinadas realizando previamente su “retroextracción analítica” con HCl 2N.

Los experimentos de cinética de extracción de cobre se efectuaron en extractores de membrana líquida del tipo fibras huecas de politetrafluoroetileno, cuyas especificaciones técnicas principales son las siguientes: 1,00 mm de diámetro interno, 1,80 mm de diámetro externo, máximo tamaño de poro de 2,0 μm , un factor de porosidad del 60% y un factor de tortuosidad de 1,20. Las especificaciones en detalle del reactor y la membrana polimérica han sido descritas en detalle en trabajos anteriores ^{5,6)}. A intervalos de tiempo, una vez alcanzado condiciones de estado estacionario, se procedió a determinar en ambos elúatos (acuoso refino y acuoso “licor de stripping”) la concentración de cobre por espectroscopia de absorción atómica y a medir el flujo promedio de cobre transportado en el reactor de membrana, J_{Cu} , expresado en $[\text{moles Cu} / \text{seg.cm}^2]$.

Resultados y Discusion

Se determinó que el tensoactivo presenta una marcada actividad interfacial, presentando valores de área interfacial por mol $S_{\text{TA}} = 3,43.109 \text{ cm}^2/\text{mol}$, una constante de equilibrio de adsorción interfacial $K_{\text{TA}} = 1,15.108 \text{ cm}^3/\text{mol}$ y una concentración crítica micelar de 0,135 g/L. La molécula extractante presentó una menor actividad interfacial, provocando una competencia por los sitios de adsorción con el surfactante, lo que obligaría a emplear un mayor contenido del tensoactivo que no signifique un aumento excesivo de la viscosidad de la fase orgánica. La tensión interfacial W/O aumenta en forma leve con el aumento del contenido de Cu(II) en la solución de alimentación. Resultados de experimentos de equilibrio de extracción demostraron que la sustancia tensoactiva por si sola no extrae Cu(II). La extractabilidad por este metal de LIX-860 NIC es superior a mayor pH de la fase acuosa de alimentación. Un leve exceso estequiométrico del transportador respecto al contenido del metal asegura una apropiado equilibrio de extracción.

Resultados de experiencias de cinética de transporte en el extractor de MPL indicaron que la sustancia tensoactiva provoca una aceleración en la permeabilidad del metal en experimentos realizados empleando una mayor concentración de ella y a un pH inicial de 2,5, zona en la cual la velocidad de transporte del metal en la MPL sería controlada por la difusión de las especies químicas, no observándose este efecto en condiciones de acidez de menor extractabilidad del metal por parte de LIX-860 NIC. El transporte de los iones metálicos se beneficia también al aumentar el contenido del extractante en la fase orgánica. Se discute un mecanismo preliminar simplificado de permeación del metal en la MPL mediante una reacción interfacial heterogénea acelerada por el uso de la sustancia tensoactiva⁶⁾.

Referencias

1. S.W. Park, G.W. Kim, S.S. Kim and I.J. Sohn. *Sep. Sci.Technol.*, **36**, 2309 (2001).
2. G.O. Yahaga. *Sep. Sci.Technol.*, **36**, 3563 (2001).
3. F. Valenzuela, C. Basualto, C. Tapia and J. Sapag. *J. Membrane Sci.*, **155**, 163 (1999).
4. F. Valenzuela, H. Aravena, C. Basualto, J. Sapag and C. Tapia. *Sep. Sci.Technol.*, **35**, 1409 (2000).
5. F. Valenzuela, F. Pizarro, C. Basualto, J. Sapag y C. Tapia. *Bol. Soc. Chil. Quím.*, **46**, 187 (2001).
6. F. Valenzuela, M.A. Vega, M.F. Yáñez, C. Basualto. *J. Membrane Sci.*, aceptado para ser publicado en (2002), en prensa.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a FONDECYT por el apoyo económico brindado a este estudio a través de los proyectos N° 1011021 y N° 7980004.