

Separação de metais contidos em soluções aquosas por extração líquido-líquido

Marcelo Borges Mansur

Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais – COPPE/UFRJ



Marcelo Mansur

A extração líquido-líquido é uma técnica consolidada, utilizada comercialmente na separação, concentração e purificação de diversos íons metálicos, incluindo cobre, zinco, terras raras,

cobalto, níquel e urânio, contidos tanto em licores de lixiviação como em efluentes. A técnica é particularmente interessante no tratamento de soluções aquosas concentradas em metais (acima de 0,5 g/L), bem como em operações em larga escala industrial (KENTISH e STEVENS, 2001; MANSUR, 2011). Outra característica que a destaca frente a outras técnicas de separação hidrometalúrgicas é a elevada seletividade, advinda do uso de agentes complexantes organossolúveis específicos para cada aplicação, denominados extratantes.

A operação consiste na contactação da fase aquosa a ser tratada com a fase orgânica contendo o(s) extratante(s), que reage(m) seletivamente, sob condições operacionais adequadas (tempo, pH, concentração dos reagentes, temperatura, razão volumétrica de fases, etc), com um (ou vários) metal(is), transferindo-o(s) para a fase orgânica.

A reação é normalmente rápida e ocorre em

poucos minutos. A fase orgânica carregada é então regenerada mediante contactação com uma segunda fase aquosa reextratante, que recebe o(s) metal(is) extraído(s), recuperando, por fim, a fase orgânica para um novo ciclo de extração.

Além de aspectos operacionais, a escolha do extratante mais adequado para uma dada separação depende essencialmente da forma na qual o metal se encontra na fase aquosa (cátion, ânion ou neutro), além da afinidade química entre o metal e o grupo orgânico que constitui o extratante. Como os metais se encontram em solução aquosa na forma de íons hidratados, a reação com o extratante visando sua transferência para a fase orgânica envolve a neutralização da carga iônica do íon metálico e/ou a substituição das moléculas de água de hidratação. Cátions metálicos como Zn^{2+} , Co^{2+} e Ni^{2+} podem ser extraídos seletivamente quando presentes em soluções sulfúricas utilizando-se extratantes ácidos (derivados de ácidos organofosforados do tipo fosfóricos, fosfônicos, fosfínicos, tiolfosfóricos, além de ácidos carboxílicos), enquanto extratantes quelantes (derivados de oximas aromáticas, dicetonas e quinolinas) são mais seletivos para a extração de Cu^{2+} . Se na forma de ânions metálicos como $Cr_2O_7^{2-}$, $HgCl_4^{2-}$ e $UO_2(SO_4)_3^{4-}$, podem ser utilizados extratantes derivados de aminas alifáticas de cadeia carbônica longa.

Já espécies metálicas neutras como UO_2SO_4 e $ZnCl_2$ podem ser extraídas utilizando-se extratantes de solvatação, que são derivados de cetonas, ésteres, óxidos fosfínicos, etc.

Além das reações de complexação entre metal e extratante, diversas reações químicas também podem ocorrer simultaneamente durante o processo de extração líquido-líquido, o que torna o assunto de interesse científico e acadêmico, a saber: polimerização do extratante, especiação das espécies metálicas em solução aquosa, hidrólise do metal, formação de aduto entre as espécies orgânicas, interação entre diferentes extratantes (sinergismo e antagonismo), modificador e diluente, dentre outras (RITCEY e ASHBROOK, 1984; RYDBERG et al., 2004).

A eficiência do processo depende de condições hidrodinâmicas de operação, por exemplo, agitação das fases aquosa e orgânica que deve ser suficiente para acelerar a transferência de massa entre as fases sem que haja risco de formação de emulsões.

Há ainda de se evitar inundação do equipamento ou arraste de fases mediante controle de vazões. Também deve se considerar problemas de contaminação da fase aquosa decorrente da solubilização dos componentes orgânicos, cujos efeitos devem ser minimizados tanto por questões ambientais quanto econômicas.

Tais inconvenientes, no entanto, são comumente controlados de maneira eficaz através do monitoramento e controle dos parâmetros de

operação.

Referências

KENTISH, S. E.; STEVENS, G. W. Innovations in separations technology for the recycling and re-use of liquid waste streams. **Chemical Engineering Journal**, v. 84, p. 149-159, 2001.

MANSUR, M. B. Solvent extraction for metal and water recovery from industrial wastes and effluents. *Revista da Escola de Minas, Ouro Preto*, v. 64, n. 1, 51-55.

RITCEY, G. M.; ASHBROOK, A. W. **Solvent Extraction – Principles and Applications to Process Metallurgy**. Amsterdam: Elsevier, 1984.

RYDBERG, J.; COX, M.; MUSIKAS, C.; CHOPPIN, G. R. **Solvent Extraction – Principles and Practice**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2004.

Nota do Editor

→ O Professor Marcelo pode ser contactado pelo endereço eletrônico:

marcelo.mansur@metalmat.ufrj.br.

→ Seu Currículo Lattes pode ser acessado pelo endereço:

<http://lattes.cnpq.br/7535757110739404>.

→ O portal do Programa de Engenharia Metalúrgica e de Material da COPPE/UFRJ é:

<http://www.metalmat.ufrj.br>.



Alguns equipamentos do Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da COPPE-UFRJ