



L'EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA

NELLA FILIERA CARTA

MESSA A PUNTO DI FILTRI A BASE DI CELLULOSA PER IL BIO-ASSORBIMENTO
E RIMOZIONE DI METALLI PESANTI DALLE ACQUE DI RIFIUTO*

Regas Santas, Apollon Thrasyvoulides e Photeinos Santas
Oiko Technics Institute, Kefal-
lenias, 16342, Grecia

Sommario

Una nuova tecnologia per la depurazione delle acque di rifiuto e il recupero di metallo pesante è in via di sviluppo. I settori industriali che trarranno beneficio dalla suddetta tecnologia includono quelli coinvolti nelle operazioni di galvanostegia, smerigliatura, concia, i laboratori fotografici ecc. La tecnologia si basa sulla capacità della cellulosa trattata e di altri polimeri della parete cellulare di rimuovere il metallo pesante dalle soluzioni acquifere.

Gli esperimenti hanno dimostrato la possibilità di rimuovere 95% di Cu, Cd, Ni, Zn e Cr per mezzo di un solo procedimento. Si è inoltre constatato che la capacità di assorbimento viene influenzata dal pH delle soluzioni metalliche. Sono inoltre stati condotti dei test su prototipi a grandezza naturale al fine di valutare la rimozione di nickel dalle operazioni di galvanostegia. Ogni filtro (dall'altezza di 500mm x 100mm di diametro) ha rimosso completamente il nickel da 50 L di 100ppm di acqua di rifiuto. E' inoltre possibile aumentare a piacere il numero di filtri al fine di trattare soluzioni

che presentano una maggiore quantità di metallo. I filtri carichi di metallo sono stati rigenerati ripetutamente senza che si verificasse alcun deterioramento della loro funzione.

La nuova tecnologia, se paragonata con le già esistenti, dimostra di avere i suoi vantaggi in termini di efficacia - soprattutto se adottata per la depurazione di acque di scarico a bassa concentrazione di metallo - bassi costi iniziali e operativi, facilità applicativa e di manutenzione. Si stanno inoltre determinando anche le procedure per il recupero del metallo pesante.

Introduzione

L'inquinamento da metallo pesante rappresenta un grave problema ambientale per molti settori industriali che producono acque di rifiuto contaminate da metalli pesanti. Tali settori includono quelli impegnati in operazioni di galvanostegia, la produzione di pannelli a stampa elettronica, gli impianti per il riciclaggio delle batterie, le concerie, gli impianti di applicazioni elettriche i laboratori fotografici ecc. I metalli comunemente riscontrati nelle acque di rifiuto comprendono il cadmio, il rame, lo zinco, il nickel, il cromo ecc.

Molti dei suddetti metalli, sebbene innocui allo stato solido, sono altamente tossici per ogni forma di vita acquatica allo stato ionico (dissolti in acqua). I metodi convenzionali per la rimozione di cazioni di metallo pesante dalle soluzioni acquifere includono la precipitazione chimica e la conseguente filtrazione.

Tuttavia questi metodi richiedono molto spazio e un considerevole uso di sostanze chimiche e di conseguenza comportano costi elevati.

Negli ultimi anni si sono condotti esperimenti su molti sorbenti di origine biologica (bio-assorbenti) al fine di testare la loro capacità di rimuovere ioni di metallo pesante dalle soluzioni acquifere. Tra i tipi biomassa presi in esame vi sono le micro-alghe marine 2, 3, le micro-alghe da coltura 4, piante 5, batteri 6, e

-
- * • Patrocinato dal progetto EC CRAFT, contratto N. BRST-CT98-5510. I diritti d'uso e sfruttamento sono riservati ai membri consorzio per il progetto CRAFT.
 - Relazione presentata al XXXII Convegno annuale di Aticelca "L'evoluzione della tecnologia nella filiera carta" - tenutasi a Modena (24-25 maggio 2001).



L'EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA NELLA FILIERA CARTA

prodotti derivati da processi di fermentazione come i funghi 7 e i lieviti 8. Altri categorie di bio-assorbenti includono macromolecole di natura polisaccaride, quali la chitina, il chitosan, l'alginato, la morchia e proteine fibrose di origine animale quali la membrana del guscio dell'uovo, le piume del pollame, la lana, la seta e l'elastina. Tra le proprietà desiderabili dei bioassorbenti di metallo pesante si possono enumerare un'alta capacità di assorbimento di metalli, la loro economicità e la loro abbondante disponibilità innatura.

Nel corso del recente studio è stata messa a punto un'innovativa tecnologia per la depurazione delle acque di rifiuto ad alto contenuto di metalli pesanti.

Lo studio si basa sulla capacità della cellulosa trattata e di altri polimeri della parete cellulare di rimuovere i metalli pesanti dalle soluzioni acquifere.

Risultati

Studio sulla capacità di assorbimento dei materiali a base di cellulosa e sulle condizioni ottimali per l'assorbimento del metallo. È stata testata la capacità delle sostanze assorbenti di assorbire metallo. 0,1 g di assorbente è stato miscelato con 10 ml di soluzione metallica. La concentrazione di metallo è stata misurata per mezzo di spettrofotometro ad assorbi-

mento atomico. Alcuni dei trattamenti di ottimizzazione della biomassa hanno dato come risultato un significativo aumento della capacità di assorbimento di metallo pesante. In un solo procedimento è stato possibile rimuovere più del 95% di Cu, Cd, Ni, Zn e Cr (Figura 1). Il pH ha influito sul grado di bio-assorbimento. Un pH a basso livello di soluzione metallica non favorisce l'assorbimento. Il processo naturale di assorbimento del metallo si è svolto a ritmo sostenuto (praticamente completato in 5 min.), dimostrando così di essere adatto all'uso industriale. Il risultato sopra menzionato rivela la possibilità di adottare tale sostanza per depurare le acque di rifiuto industriali ad alto contenuto di metalli pesanti.

Parallelo tra sostanze biologiche e sostanze inorganiche

La capacità di assorbimento del bio-assorbente è stata paragonata a quella di altre sostanze inorganiche quali la bentonite, la farina fossile, e il carbone attivo. La capacità di assorbimento del bio-assorbente non si è scostata da quella della bentonite per quanto concerne l'assorbimento metalli quali Cu, Ni, Zn, mentre ha dato migliori risultati rispetto agli altri assorbenti inorganici.

Filtri di bio-assorbimento a flusso continuo

Aliquote di 1g. di assorbente sono state inserite in colonne dal diametro di 15 mm. Il passaggio della soluzione di metallo attraverso le colonne è stato possibile tramite l'uso di una pompa peristaltica.

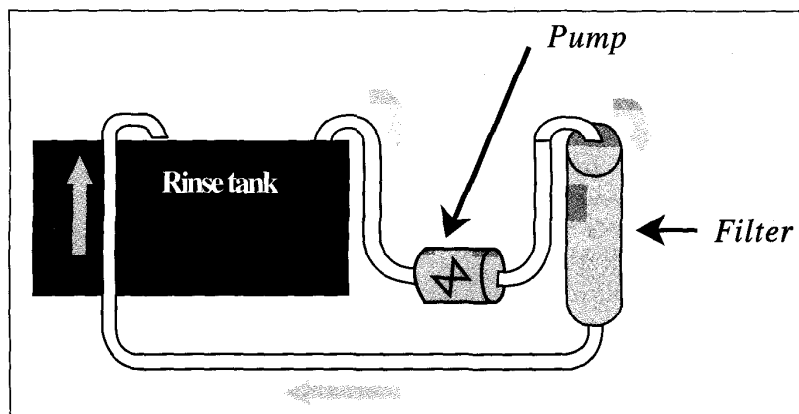


Fig. 1: Rappresentazione schematica di bagno di sciacquo per riciclo - sistema di filtri a bio-assorbimento. Le frecce indicano la direzione del flusso d'acqua.

Sono state esaminate vari parametri di filtrazione quali il tasso di flusso e il pH delle soluzioni metalliche. Le condizioni di filtrazioni sono state ottimizzate su scala. I filtri hanno rimosso quasi totalmente i metalli presenti in 300 ml di soluzione di Cu di 100ppm e 200 ml di soluzione di Ni di 100ppm in un singolo procedimento. Il tasso di flusso non ha influenzato in modo significativo la rimozione del metallo da parte dei filtri. Ciò implica la possibilità di mantenere un alto tasso di filtrazione evitando nel contempo il deterioramento dell'efficacia dei filtri. La rimozione del metallo si è dimostrata eccellente in presenza di un pH 4, mentre diminuiva in presenza di minori valori di pH. Inoltre si è registrato un miglioramento del assorbimento del metallo ad un minore grado di durezza.

Gli studi condotti per la valutazione del riutilizzo di filtri hanno dimostrato una notevole capacità dei filtri di liberarsi del metallo accumulato e una valida procedura per rigenerazione di essi. Usando questo metodo i filtri vengono totalmente ripuliti dei residui di metallo e possono essere riutilizzati senza che si verifichi alcun deterioramento della loro capacità di assorbire il Cu. La capacità di assorbimento del nickel è aumentata notevolmente (del 50%) dopo tre consecutivi cicli di assorbi-

mento e rigenerazione.

Filtri per l'assorbimento di metallo a flusso continuo e su vasta scala: dati riguardanti operazioni con filtri e rilevati in condizioni reali in imprese di galvanostegia

Sono stati disegnati dei prototipi su vasta scala, costruiti e successivamente è stata testata la loro capacità di rimozione di metalli in operazioni di galvanostegia. È stato adottato un modello a doppie colonne che permettesse la continuità delle operazioni (es. rigenerazione di una colonna mentre l'altra è in opera). Ogni colonna (500mm d'altezza x 100mm di diametro) contenente 250 g di assorbente ha completamente rimosso il nickel da 50 L di acqua di rifiuto di 100 ppm. Gli esperimenti hanno rivelato un grado un massimo di assorbimento pari a 21.2 mg di Ni per biomassa g. Tuttavia a questo punto il l'assorbente non è saturo e il livello d'assorbimento di metallo può ulteriormente essere incrementato. Possono essere aggiunti altri filtri e configurati in serie per trattare maggiori quantità di metallo. I filtri carichi di metallo sono stati rigenerati ripetutamente e senza che si verificasse un deterioramento della prestazione dei filtri. Al contrario, ogni ciclo di rigenerazione dei filtri ha dato come risultato un leggero miglio-

ramento della loro capacità di assorbimento.

La rimozione di metallo dalle acque di rifiuto risultanti da operazioni di galvanostegia può avvenire anche attraverso un continuo riciclo d'acqua nella vasca per lo sciacquo - sistema di bio-assorbimento per mezzo di filtri, minimizzando così la concentrazione di metallo e b) il volume acque di scarico. La concentrazione di nickel all'interno della vasca per lo sciacquo è stata mantenuta a un livello inferiore a 90ppm, mentre la quantità di Ni aggiunto, in termini di concentrazione, ammontava a 150ppm. Il Nickel è stato aggiunto (ad un tasso di 1,07 g/h) per sei ore. Allo scadere delle sei ore, la soluzione è stata riciclata senza alcuna ulteriore aggiunta di Ni. Fino a 7 ore di operazione è stata raggiunta una concentrazione di effluente nel filtro pari a 0. Tale periodo operativo corrisponde ad approssimativamente 150 L di soluzione riciclata. A nove ore (190 L di soluzione riciclata), la concentrazione di effluente nel filtro era pari alla concentrazione di Ni nel serbatoio per lo sciacquo. A questo punto la vita del filtro è terminata per il procedimento sciacquo. Tuttavia l'assorbente non è ancora saturo (l'assorbimento ammonta a 22.1 mg di Ni/g di assorbente) e probabilmente il filtro può essere utilizzato nuova-



L'EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA NELLA FILIERA CARTA

mente per assorbire metallo da una soluzione a maggiore concentrazione di Ni.

Conclusioni

La nuova tecnologia comporta parecchi vantaggi rispetto alle già esistenti procedure. Tra questi si enumerano l'efficacia (particolar-

mente nel trattamento di acque di rifiuto a bassa concentrazione di metallo), bassi costi iniziali e operativi, facilità operativa e di manutenzione.

La rimozione di metallo dalle acque di rifiuto risultanti da operazioni di galvanostegia può essere effettuata anche tramite il con-

tinuo riciclo del bagno di sciacquo - sistema di filtri per il bio-assorbimento, minimizzando a) la concentrazione di metallo, b) il volume dell'acqua di scarico. I test sulla tecnologia di bio-assorbimento hanno dato risultati positivi anche in condizioni reali in impianti per la galvanostegia.

Riferimenti bibliografici

- (1) VOLOSKY B., HOLAN Z.R., *Biotechnol. Progr.* 1995, 11, 235-250.
- (2) VOLESKY B., *FEMS Microbiology Reviews* 1994, 14, 291-302.
- (3) KRATOCHVIL D., VOLESKY B., *Demopoulus, G. Water. Res.* 1993, 31, 2327-2339.
- (4) FEHRMANN C., POHL P. Assorbimento di cadmio da parte di biomassa non vivente di micro-alghe sviluppate in coltura axenica di massa, *Journal of applied Phycology*, 1993, (5): 555-562.
- (5) DUSHENKOV S., VASUDEV D., KAPULNIK Y., GLEBA D., FLEISHER D., TING K.C., ENSLEY B., *Environmen. Sci. Technol.* 1997, 31, 3468-3474.
- (6) DISIMINE D., FINOLI C., VECCHIO A., ANDREONIV. J., *Ind. Microbiol. Biotechnol.* 1998, 20, 116-120.
- (7) ZHANG L., ZHAO L., YUY. T., *Water Res.* 1998, 32, 1437-1444.
- (8) STROLL A., DUNCAN J.R., *Process. Biochem.* 1997, 32, 467-472.
- (9) ASHKENAZY R., GOTTLIEB L., YANNAI S., *Biotechnol. Bioeng.* 1997, 55, 1, 10
- (10) GUIBAL E., MILOT C., TOBIN J.M., Assorbimento di metallo e anione da parte di gocce di chitosan: studi di cinetica e sull'equilibrio, *Ind. Eng. Chem. Res.* 1998, (37): 1454-1463.
- (11) WILLIAMS C.J., ADERHOLD D., EDYVEAN R.G., *Water Res.* 1998, 32, 216-224.
- (12) ATKINSON B.W., BUX F., KASAN H.C., *Water Sci. Technol.* 1996, 34, 9-15.
- (13) ISHIKAWA S., SUYAMA K., *Appl. Biochem. biotechnol.* 1998, 70-2, 719-728.