

Funcionalización dual de sílice mesoporosa SBA-15 con APTES y anhídrido maleico para la adsorción de metales pesados

Ávila, Gonzalo¹; Serrano, Melisa Romero^{1,2}; Parentis, Mónica Liliana^{1,2}; Arias, Analía Natalí²

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina

² Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI-CONICET), Salta, Argentina

gonzaloavila4400@gmail.com

Área temática: G. Aplicaciones de nanomateriales en ambiente, energía, agro, alimentos y catálisis

El plomo y el cobre, metales pesados de uso industrial, pueden liberarse al ambiente mediante efluentes con tratamiento inadecuado, generando riesgos por bioacumulación. Mientras el plomo es altamente tóxico incluso a bajas concentraciones, el cobre, aunque esencial, resulta perjudicial en exceso. Para su eliminación, la adsorción con sólidos es una estrategia eficaz, por lo que el desarrollo y la evaluación de nuevos adsorbentes resultan fundamentales. En este trabajo, se propone la síntesis de la sílice mesoporosa SBA-15 doblemente funcionalizada con 3-aminopropiltriétoxosilano (APTES) y anhídrido maleico (AM), cuya apertura del anillo introduce grupos carboxílicos y modifica la química superficial del soporte.

El material sintetizado, denominado SBA-15-AP-AM, se obtuvo a partir de la sílice SBA-15 previamente funcionalizada con APTES. La mezcla de reacción se mantuvo en reflujo en tolueno a 80 °C durante 6 horas. El sólido se recuperó mediante filtración al vacío, se lavó con etanol y agua y, finalmente, se secó en estufa a 80 °C durante 20 horas. El adsorbente se caracterizó mediante espectroscopía FTIR, TGA y adsorción-desorción de N₂. Los ensayos de adsorción de cobre y plomo se realizaron poniendo en contacto 20 mg de adsorbente con 20 mL de una solución de ion metálico de concentración conocida (10 a 100 ppm) a pH ~6, con agitación durante 3 horas. La regeneración del sólido con plomo se realizó mediante lavados con ácido cítrico al 5% a temperatura ambiente.

Los espectros FTIR mostraron señales atribuidas a las vibraciones de los enlaces de los grupos funcionales característicos de los materiales obtenidos (carboxílicos, amida). Las curvas de TGA permitieron estimar el contenido de materia orgánica incorporada en la estructura de la sílice. En el sólido SBA-15-AP-AM, el aporte de ambos agentes funcionalizantes fue de 18,5 %. Las isothermas de adsorción-desorción de N₂ confirmaron la naturaleza mesoporosa de los materiales y evidenciaron una disminución de sus propiedades texturales tras la funcionalización de la sílice. Los resultados de adsorción de metales mostraron capacidades de ~15 mg/g para el Pb²⁺ frente a ~3 mg/g para el Cu²⁺, a partir de soluciones con una concentración inicial de 30 ppm. Estos resultados sugieren una afinidad preferencial de los grupos carboxílicos, derivados de la funcionalización con AM, por los iones de plomo. La regeneración del sólido con ácido cítrico, de menor impacto ambiental que el HCl, resultó efectiva.