

Modelado de la cinética de adsorción de Cr(VI) empleando carbón activado como adsorbente

Agustina Beraldi¹, Juan Apesteguy^{1,2}, Jorge de Celis¹.

1. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Química, (LIDIQ). Dto. Ingeniería Química. Facultad Regional Avellaneda. UTN. Av. Ramón Franco 5050 (CP: 1874). Avellaneda, Buenos Aires, Argentina. agustinaberaldi@gmail.com
2. DIQuiMMa - Dto. Química - FIUBA. Av. Paseo Colon 850 (CP: 1063). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Resumen

En el presente trabajo se analiza el modelado de la cinética de adsorción de cromo hexavalente utilizando como material adsorbente carbón activado (CA) obtenido a partir cáscara de maní y desarrollado por activación química. Para la preparación del adsorbente, se utilizó ácido ortofosfórico (H_3PO_4) como agente activante, el cual se mezcló con la cáscara de maní en una relación másica ácido/precursor de 2:1. Luego, se procedió con un pretratamiento térmico a 110°C durante 2 horas, para después someter el material a un proceso de carbonización. Donde, se programó una rampa de calentamiento de 7,5 °C /min hasta alcanzar una temperatura final de 450°C que se mantuvo por 60 minutos en una atmósfera autogenerada.

El estudio de la cinética de adsorción del contaminante modelo, se llevó a cabo en un ensayo batch de agitación continua, a temperatura ambiente. Para ello, se usó una dosis de 0,1 g del CA preparado en 100 ml de solución de $K_2Cr_2O_7$ con una concentración inicial de 50 ppm de Cr(VI). Una vez puesto en contacto el sistema, se tomaron alícuotas de 1 ml de solución a diferentes tiempos de contacto, con el objetivo de determinar la capacidad de adsorción (q_t). La medición de la concentración del adsorbato se realizó mediante espectrofotometría UV-VIS a $\lambda = 540$ nm. El análisis del mecanismo de adsorción se investigó a partir de la búsqueda de los parámetros de los modelos de pseudo primer orden ($q_t = q_e (1 - e^{-kt})$), de pseudo segundo orden ($q_t = (k_2 q_e^2 t) / (1 + k_2 q_e t)$) y la ecuación de Elovich ($q_t = 1/\beta \ln(\beta at)$), que relaciona la velocidad inicial de adsorción (α) y la constante de velocidad de desorción (β). En lo que respecta al modelo de pseudo primer orden se obtuvo un coeficiente de correlación R^2 de 0,94, un χ^2 (chi-cuadrado) de 6,7 y una constante de 0,0041 min^{-1} . Luego, el modelo de pseudo segundo orden presentó un valor de R^2 de 0,99, un χ^2 de 0,16 y una constante de 0,15 $\text{mmol Cr (VI) min}^{-1}$. Finalmente, la ecuación de Elovich resultó en un R^2 de 0,97, un χ^2 de 0,09, un α de 7,3 $\text{mmol Cr (VI) g}_{CA}^{-1} \text{min}^{-1}$ y un β de 62,4 $\text{mmol Cr(VI) g}_{CA}^{-1} \text{min}^{-1}$.

El modelo de pseudo segundo orden y la ecuación de Elovich modelan la cinética de adsorción con buena precisión. El primero establece que la etapa limitante de la velocidad de adsorción es una adsorción química y la ecuación de Elovich supone que los sitios activos del adsorbente son heterogéneos exhibiendo diferentes energías de activación. Además, en trabajos anteriores, se encontró que la isoterma de adsorción que mejor modela los datos experimentales es aquella que presenta una distribución exponencial de energías para los sitios de adsorción con una fuerte intensidad de adsorción del cromo. Todo esto sumado al análisis de los valores de χ^2 , para cada modelo propuesto, nos permite sugerir que la ecuación de Elovich sería la más apropiada para representar la cinética de adsorción del sistema CA-Cr(VI).

Palabras clave: carbón activado, cinética de adsorción, cromo.