

OPTIMIZACIÓN DE UN TRATAMIENTO FÍSICOQUÍMICO DE EFLUENTES DE CROMO GENERADOS EN LABORATORIOS

Autores: Martínez, Juan José; Rodríguez, Martín; Campetella, Carla; Bertini, Liliana

Departamento de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Centro de Ingeniería en Medio Ambiente (CIMA); Av. Madero 399 (CP 1106), Buenos Aires, Argentina.

Correo electrónico de contacto: lbertini@itba.edu.ar

Introducción

Toda actividad humana genera residuos que impactan o pueden impactar negativamente sobre el ambiente. Parte de estos residuos son considerados peligrosos ya que pueden causar daño directa o indirectamente en los seres vivos y el medioambiente en general. Los generadores de los mismos tienen la responsabilidad de realizar las acciones necesarias para mitigar su nocividad.

Dentro de los generadores institucionales se encuentran las universidades, y especialmente las que poseen carreras técnicas tienen laboratorios de enseñanza de la química que generan residuos (1). En este trabajo se presenta una experiencia realizada con alumnos de cuarto año de la carrera de ingeniería química. A partir de un efluente o residuo acuoso conteniendo principalmente cromo y generado en los laboratorios de enseñanza de química, desarrollaron un tratamiento para minimizar su impacto ambiental y construyeron una planta piloto para llevarlo a cabo.

La actividad consistió en optimizar un proceso de tratamiento de dicho efluente ya existente, para lograr los niveles de vuelco permitidos según legislación vigente (Resolución 336/03, Provincia de Buenos Aires). El procedimiento de tratamiento del efluente de Cr(VI) a optimizar consistía en una reducción del Cr (VI) a Cr (III) en medio ácido por medio de una mezcla de alcoholes en solución acuosa (también obtenidos como residuos del laboratorio), una precipitación de Cr(OH)₃ por medio de una alcalinización con NaOH a pH 8, seguido finalmente de una coagulación del precipitado obtenido y su separación por decantación.

El contenido de Cr en el sobrenadante superaba el nivel de vuelco de 2 ppm (2,53 a 21 ppm) y el valor de Demanda Química de Oxígeno (DQO) (de 103 000 mg/L a 131 000 mg/L) estaba por encima de los valores máximos permitidos de vuelco en cloaca de 700 mg/L.

Para reducir los valores de DQO se evaluaron: la degradación catalítica con MnO₂ y con TiO₂, y la degradación Fenton (H₂O₂ 30 volúmenes, Fe²⁺, pH: 2,7). Este último fue el método con mejores resultados, ya que además de obtener una mayor reducción de la DQO, se utilizó el Fe residual para coprecipitar Cr(OH)₃ (llevando a pH 9) reduciendo así el contenido de Cr en solución.

La degradación de Fenton consiste en una reacción catalítica que genera radicales OH[·] in situ. Estos son fuertes oxidantes que reaccionan casi con cualquier tipo de materia orgánica. Es importante conocer los parámetros que rigen esta reacción ya que la eficiencia del proceso depende del sustrato, concentración de reactivos, pH, agitación y temperatura. Tanto las concentraciones como el pH y la temperatura varían a medida que transcurre el tiempo, y se deben controlar desde el inicio de la reacción.

Objetivo

Hallar los parámetros óptimos de reacción Fenton (temperatura y concentración de H_2O_2 y de Fe^{2+}) para degradar la materia orgánica presente en el sobrenadante del tratamiento de efluente de Cr (VI) y comparar esta metodología con simple agitación a atmósfera abierta, con y sin agregado de Fe^{2+} .

Materiales y Métodos

Todas las drogas utilizadas en el trabajo fueron de grado analítico (NaOH , H_2SO_4 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_2O_2).

Las determinaciones de DQO fueron realizadas mediante kit de análisis método Hach N° 8000 COD USEPA con método en reactor de digestión DRB 200 y espectrofotómetro Hach DR 2800.

Las mediciones de carbono orgánico total (TOC) se realizaron con el equipo SHIMADZU TOC-V CPH Total Organic Carbon Analyzer mediante método convencional de oxidación por combustión catalítica.

Para determinar los valores óptimos de concentración de reactivos, se realizaron ensayos a concentración fija de H_2O_2 (2,55 M) variando la concentración de Fe^{2+} (0,0025 M a 0,027 M) y a concentración fija de Fe^{2+} (0,027 M) variando la concentración de H_2O_2 (0,2 M a 0,55 M). Se controló la temperatura con un baño de agua y hielo para no producir salpicadura y efervescencia. Se mantuvo también el pH en el valor óptimo (pH= 2,7) según la bibliografía (2) con agregado de H_2SO_4 .

Luego se comparó la eficiencia del método Fenton con el ensayo de agitación de la muestra de sobrenadante con Fe^{2+} sin H_2O_2 y de sobrenadante sin agregado de reactivos, en las mismas condiciones de pH y agitación. Se tomaron muestras cada 30 min de las primeras 6 hs de reacción, y se determinó el TOC.

Resultados

De los resultados obtenidos de los distintos ensayos se pudo observar que las concentraciones óptimas de los reactivos son 1,25 M de H_2O_2 y 0,014 M Fe^{2+} . La temperatura óptima de trabajo fue de 30 °C (máxima temperatura con la que se evitaban salpicaduras)

De los ensayos de comparación de métodos, se observó que la reacción Fenton es la más rápida para la degradación de la materia orgánica ya que se obtuvo la máxima disminución de TOC, manteniéndose esta tendencia hasta aproximadamente un valor menor al 60% del TOC inicial frente al 30-40% de los otros dos métodos (sobrenadante con agitación y con y sin agregado de Fe^{2+})

Conclusiones

El método de degradación de Fenton resultó ser efectivo para este tipo de muestra. Los parámetros óptimos, según lo analizado, fueron: 1,25 M de H_2O_2 , 0,014 M de Fe^{2+} con una temperatura de 30 °C. La reacción Fenton es más rápida para degradar la materia orgánica, comparada con las otras dos metodologías ensayadas. Además, el Fe residual de la reacción contribuye a coprecipitar a pH 9 el $\text{Cr}(\text{OH})_3$ y reducir la concentración de Cr en solución. Esto abre la posibilidad de incluir una unidad de reducción catalítica de materia orgánica a la planta piloto de tratamiento existente con lo que se completaría el tratamiento inicial de los efluentes de cromo (VI) provenientes de los laboratorios de enseñanza de química y se da cumplimiento a los parámetros máximos permitidos de vuelco dados por las leyes vigentes para Cromo y DQO.

Referencias Bibliográficas

1. BERTINI, Liliana María (2012): Gestión de Residuos en laboratorios universitarios. La Educación Ambiental y la Gestión de Residuos en Laboratorios de Enseñanza de la Química en Entidades Universitarias.- Editorial Académica Española
2. JURADO, José Blanco (2009). Degradación de un efluente textil real mediante procesos Fenton y Foto-Fenton –
Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/8325/1/01.pdf>