



MODELO MATEMÁTICO PARA LA DEGRADACIÓN DE UN COLORANTE AZO REACTIVO EN UN BIORREACTOR ANAEROBIO DE LECHO FIJO

Linda V. González-Gutiérrez^a, Hugo Jiménez-Islas^b, Eleazar M. Escamilla-Silva^{c*}

^a Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica. ^{b, c} Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Química, Av. Tecnológico y Antonio García Cubas S/N, Celaya, Gto., C.P. 38010, México. Tel. +52(461)6117575, fax +52(461)6117744.

e-mail: ^algonzalez@cideteq.mx, ^bHugo@itc.mx, ^{c*}eleazar@iqcelaya.itc.mx.

Palabras clave: modelo matemático, biorreactor de lecho fijo, colorantes azo

Introducción. Los colorantes reactivos son más difíciles de degradar ya que son altamente solubles en agua debido a los grupos sulfonados en su molécula. Estos colorantes pueden ser reducidos en medio anaerobio, y para esto se han utilizado distintos tipos de reactores. Se propone para solucionar la problemática de los colorantes, un reactor anaerobio utilizando como lecho una cama de carbón activado con microorganismos adaptados.

En el presente proyecto se presenta un modelo dinámico para un biorreactor de lecho fijo anaerobio para la degradación de colorantes reactivos, basado en balances de transporte y reacción para el flujo del colorante a lo largo del reactor y en la biopartícula, incluyendo la cinética compleja.

Metodología. Para resolver el modelo se utilizó el método de diferencias finitas y runge-kutta-felberg de quinto orden programado en lenguaje Fortran. El modelo matemático que representa el transporte y reacción para el colorante en el lecho fijo del reactor bajo las consideraciones: a) No existe dispersión radial o es despreciable. b) El coeficiente de dispersión es constante a través de cada zona. c) El colorante se puede adsorber reversiblemente en las partículas del lecho (carbón y biomasa). d) Existe transferencia de masa entre el líquido que fluye a través del reactor y las biopartículas. e) La velocidad superficial a través del lecho es constante e igual a $u_L = Q/\varepsilon_L \pi R_i^2$. Para la reacción química, se tomó un modelo cinético con cambio de orden el cual describe la reacción de decoloración $r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A - k_2 C_A (C_{A_0} - C_A)$.

Resultados y discusión. Las ecuaciones en forma adimensional del modelo se muestran a continuación. ω es la concentración, ζ la long del lecho y ξ el radio de partícula adimensional.

a) Balance para el flujo del líquido.

$$\frac{\partial \omega_L}{\partial \tau} = d_L \frac{\partial^2 \omega_L}{\partial \zeta^2} - \beta_m (\omega_L - \omega_b) - \Phi_1^2 F o_b \omega_L + \Phi_2^2 F o_b \omega_L (1 - \omega_L)$$

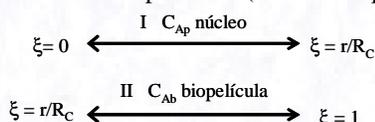
Con las condiciones inicial y de frontera:

$$\omega_L = 1 \quad \text{en } \tau = 0$$

$$\omega_L = 1 \quad \text{en } \zeta = 0$$

$$\frac{\partial \omega_L}{\partial \zeta} = 0 \quad \text{en } \zeta = 1$$

b) Balance en la biopartícula (modelo en paralelo):



Región I. Núcleo de carbón activado.

$$\frac{\partial \omega_p}{\partial \tau} = F o_p \left[\frac{2}{\xi} \frac{\partial \omega_p}{\partial \xi} + \frac{\partial^2 \omega_p}{\partial \xi^2} \right]$$

Con las condiciones inicial y de frontera:

$$\omega_p = 1 \quad \text{en } \tau = 0$$

$$\frac{\partial \omega_p}{\partial \xi} = 0 \quad \text{en } \xi = 0$$

$$\omega_p = \omega_b \quad \text{en } \xi = 1$$

Región II. Biopelícula, difusión y reacción.

$$\frac{\partial \omega_b}{\partial \tau} = F o_b \left[\frac{\partial^2 \omega_b}{\partial \xi^2} + \left(\frac{2}{\xi + \beta} \right) \frac{\partial \omega_b}{\partial \xi} \right] - \Phi_1^2 F o_b \omega_b + \Phi_2^2 F o_b \omega_b (\omega_L - \omega_b)$$

Con las condiciones inicial y de frontera:

$$\omega_b = 0 \quad \text{en } \tau = 0$$

$$\frac{\partial \omega_b}{\partial \xi} = \alpha \beta \frac{\partial \omega_p}{\partial \xi} \quad \text{en } \xi = 0$$

$$\frac{\partial \omega_b}{\partial \xi} + B i \omega_b = B i \omega_L \quad \text{en } \xi = 1$$

La Fig. 1 muestra la predicción de los perfiles de conc. de colorante a lo largo del lecho fijo a distintas conc. de entrada de colorante y observa la reducción de remoción al aumentar esta, también que la mayor actividad de degradación se da en el primer tercio del reactor. Se obtuvieron también los perfiles a través de la biopartícula.

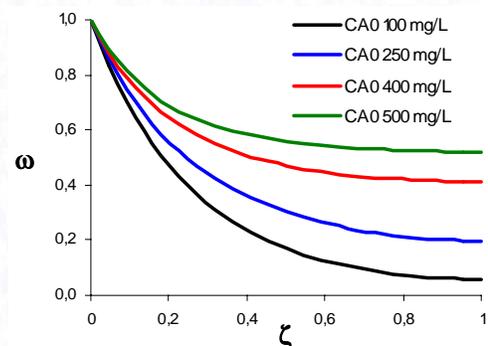


Fig. 1. Predicción del perfil de concentración a lo largo del reactor a distintas concentraciones de entrada de colorante (C_{A0}).

Conclusiones. A través de los perfiles de concentración predichos se encontró que la conc. de entrada del colorante afecta la remoción y el factor de efectividad, y el tiempo de residencia afecta el transporte de masa dentro de él.