

OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE UN BIORREACTOR DE LECHO FLUIDIZADO PARA LA REMEDIACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Hernández-Romero D., Ponciano-Rosas A., González-López G., Rustrián-Portilla E., Houbbron E., Canul-Chan M.
Laboratorio Gestión y Control Ambiental, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba Veracruz,
México C.P 94347. mcanul@uv.mx

Palabras clave: Tiempo de Retención Hidráulica, Caída de Presión, Soporte inorgánico

Introducción. La importancia que tiene la conservación de los recursos naturales ha despertado en la sociedad la búsqueda de soluciones para cuidarlos y recuperarlos, con el fin de que sean aprovechados por los seres vivos. El agua es un recurso de vital importancia en la vida del hombre, por lo que su conservación debe ser uno de los principales objetivos (1). Esto lleva a buscar tratamientos para eliminar contaminantes del agua residual, tales es el caso de los biorreactores de lecho fluidizado. Estos son uno de los tratamientos de aguas residuales donde los microorganismos son inmovilizados sobre un soporte inorgánico puesto en suspensión por un flujo ascendente del líquido a tratar (2). La ventaja principal proviene de la movilidad de las partículas, lo que permite un mezclado completo en el interior del biorreactor, y la obtención de un área importante para la adhesión y el crecimiento de la biomasa. El proceso favorece la retención de microorganismos activos y es por lo tanto eficaz en proporcionar la eliminación total de sólidos en suspensión (3). El objetivo de este trabajo es un determinar los parámetros de operación de un biorreactor de lecho fluidizado para el tratamiento de aguas residuales.

Metodología. Se utilizó un biorreactor de lecho fluidizado (un biorreactor a escala piloto previamente construido), para el cual se llevó a cabo la caracterización de esta. Se evaluó un material de empaque que permitiera llevar a cabo un funcionamiento correcto, en la columna se hizo un estudio para la determinación de parámetros de lecho fluidizado (4). El cual se enfocó principalmente en determinar los valores de variables de operación bajo diferentes condiciones. Se llevó a cabo la búsqueda de ecuaciones para la caracterización de la columna. El material de empaque seleccionado en este caso fueron secciones de tubo corrugado para obtener el porcentaje del volumen que ocupará este dentro de la columna. Para tal efecto, se llevó a cabo los cálculos con ecuaciones más complejas como la que determina la velocidad mínima de fluidización, velocidad terminal, velocidad superficial, caída de presión, número de Reynolds (5). Lo anterior permitirá una adecuada operación a la columna y poder realizar el tratamiento para la degradación de aceite usado de cocina.

Resultados. Durante la realización de este trabajo se pudieron observar distintos factores que se agregaron para un mayor aprovechamiento y mejor resultado al dar la caracterización de la columna, tales como son la temperatura, la porosidad, las velocidades, entre algunos otros (5). La columna opera a una temperatura promedio manteniendo vivo al consorcio microbiano en un material de empaque a través de una chaqueta de calentamiento conectado a una bomba de recirculación, este consorcio será capaz de degradar el aceite usado para el tratamiento de agua residuales. Se determinó el tiempo de

retención hidráulico (THR) en 48.31 s, la caída de presión en 1.76 Pa. Estos parámetros permitirán operar la columna y determinan el tiempo en el que el agua residual permanecerá dentro del sistema de reacción, así como la pérdida de presión por efectos de fricción.

Tabla 1. Parámetros de operación de un biorreactor de lecho fluidizado.

Cálculo	Fórmula	Resultado
Volumen de columna	$V = \pi r^2 h$	10.148 L
Volumen del empaque	$V = \frac{m}{d}$	2.0004 cm ³
Tasa de relleno	$\% \text{ de soporte} = \frac{V_s}{V_r} * 100$	30.12%
Volumen del lecho	$V_{lecho} = \frac{V_{sol}}{(1 - \epsilon)}$	5.8086 m ³
Área seccional del lecho	$S = \frac{D_{col}^2 \pi}{4}$	0.00882 m ²
Esfericidad	$\phi = \frac{6/D_p}{S_p/V_p}$	0.40
Porosidad	$\epsilon = 1 - \frac{\rho_{sólido}}{\rho_{lecho}}$	0.655
Velocidad mínima de fluidización	$Remf = \frac{D_s V_m f \rho_f}{\mu} = \left[\frac{(33.7^2) + (.0408) D_s^3 \rho_f (\rho_s - \rho_f) g}{\mu^2} \right]^{1/2} - 33.7$	0.5988 m/s
Velocidad terminal	$V_t = (8.43 \times 10^{-3}) * \ln \left[\frac{\phi s}{6.5 \times 10^{-4}} \right] \frac{(\rho_s - \rho_f) g D_s^2}{18 \mu}$	0.1284 m/s
Profundidad del lecho	$L = \frac{m_{asa}}{\rho_s} \frac{1}{1 - \epsilon} \frac{1}{s}$	0.0683 m
Velocidad superficial	$V_s = \frac{Q_s}{S} = \frac{Q}{D_c^2 \pi}$	0.3287 m/s
Reynolds	$Re = \frac{\rho * v * d}{\mu}$	5208.74
Caída de presión	$-\Delta P = (1 - \epsilon)(\rho_s - \rho_f) g L$	1.76 $\frac{kg}{cm \cdot s^2}$
Tiempo de retención hidráulico	$TRH = \frac{V_{col}}{Q}$	48.31 s

Conclusiones. Se pudieron encontrar las variables de operación para la operación adecuada de la columna de lecho fluidizado para el tratamiento de aguas residuales.

Agradecimientos. Al laboratorio de Gestión y Control de la Contaminación Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas de la UV. Al proyecto PRODEP UV-PTC-875.

Bibliografía.

- Valencia Denicia E.; Ramirez Castillo M.L.; (2009) *Elem. revista de ciencia y cultura*, Vol. 3. pp 1-3
- Tchobanoglous G.; Stensel H.; (2014) *Wastewater Engineering*. 908: 13-45
- Quiroga, J. A. (2009). *Revista de Tecnología*, 28: 10-15
- Mott Robert L. (2006) *Naturaleza de los fluidos y su mecánica*. En: *Mecánica de fluidos*, Vol. 6. Enriquez J. (ed), Pearson, México. pp 4-26
- Ortiz, I. A. (2010). *Reactores aerobios de lecho fluidizado trifásico*. *Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 77.

