Biodiscos:

una alternativa de tratamiento biológico para aguas residuales cuando no se dispone de grandes extensiones de terreno

M.Sc. Alma Deloya Martínez

Uno de los sistemas más recientes para el tratamiento de aguas residuales es el Contador Biológico Rotatorio (CBR) comúnmente conocido como Biodisco.

Este sistema de tratamiento biológico secundario es usado para la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y para el pulido de efluentes nitrificados[1].

El biodisco se usó por primera vez en Alemania en 1900 y en 1929 en los Estados Unidos. En ambos casos fueron construidos de madera. En 1950 se realizaron pruebas con discos de plástico y casi al mismo tiempo comenzaron a construirse de poliestireno expandido. En 1957 comenzaron a fabricarse para el uso en plantas de tratamiento de aguas residuales y en Alemania en 1969 fue puesta en marcha la primera planta de tratamiento de aguas residuales.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) desarrolló investigaciones para construir este sistema con materiales más baratos y así ofrecer una tecnología disponible al alcance de medianas y grandes empresas. El Instituto de Ingeniería de la UNAM, ofrece el diseño de plantas paquetes, con cierto número de módulos, según las características del agua residual a tratar.

Las remociones de Demanda Bioquímica de Oxígeno obtenidas por este sistema de tratamiento, varían de 80-95%, dependiendo principalmente del tipo de agua residual por tratar.

Descripcion del proceso

El biodisco remueve la materia orgánica soluble y coloidal presente en el agua residual, bajo condiciones aeróbicas. Consiste de una serie de discos de plástico de 3 a 4 m de diámetro, colocados en una flecha (eje) horizontal e instalados en un tanque de concreto. Los discos giran a velocidades entre 1 y 2 r.p.m. y aproximadamente el 40% del área superficial de los discos está sumergida en el agua residual que está contenida en un tanque de concreto. Los microorganismos presentes en el agua residual comienzan a fijarse y multiplicarse en la superficie de los discos que se cubre con una película biológica (biomasa) de 2 a 4 milímetros de espesor.

Durante la rotación el reactor acarrea una película de agua residual, la cual absorbe oxígeno del aire. Los organismos de la película fija de biomasa en los discos, remueven la materia orgánica soluble aeróbicamente, es decir estabilizan la materia orgánica en sustancias más simples, en presencia de oxígeno.

El consumo de oxígeno y la remoción de la materia orgánica se efectúa mientras que el sistema gira a través del agua residual, contenida en el tanque de concreto.

Las fuerzas de fricción ejercidas sobre la película biológica al girar los discos dentro del agua residual, provocan que el exceso de biomasa se desprenda. Esto evita la producción excesiva de la película biológica manteniéndola con un espesor casi constante. La rotación del sistema mantiene en suspensión a la biomasa desprendida hasta que el flujo de agua la saca del sistema. La biomasa debe separarse por sedimentación del agua tratada.

El sistema se dispone en cuatro etapas o secciones, no menos de tres. El agua entra en la primera etapa y avanza de etapa en etapa y cada una opera con un mezclado completo en la cual se encuentra en equilibrio dinámico el crecimiento de la película

* Departamento de Química, ITCR.

1 Ver en el glosario las definiciones de algunos términos importantes.

biológica y el desprendimiento de biomasa. Las etapas se comunican por un orificio que permite el flujo de agua. Generalmente el flujo de agua residual es paralelo al eje, pero puede fluir en forma perpendicular.

El biodisco puede diseñarse de uno o varios módulos, cada módulo tiene tres a cuatro etapas. En las Figuras 1 y 2, se muestran diferentes distribuciones de un sistema por biodiscos.

Algunas de las variables que afectan el proceso son: temperatura, pH, alcalinidad, salinidad (conductividad), carga orgánica e hidráulica, recirculación del efluente, velocidad de giro y número de etapas.

Criterios de diseño

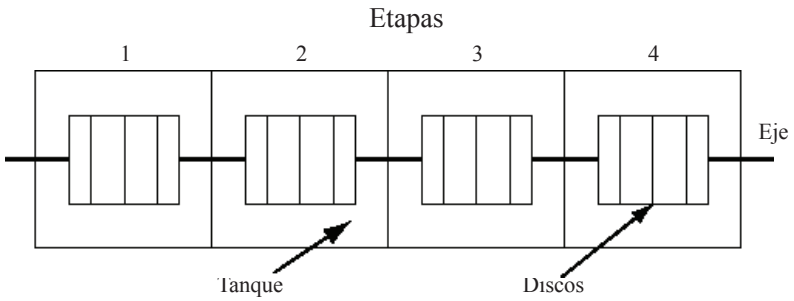


FIGURA 1. Sistema de discos blológicos, de un módulo, con flujo paralelo al eje.

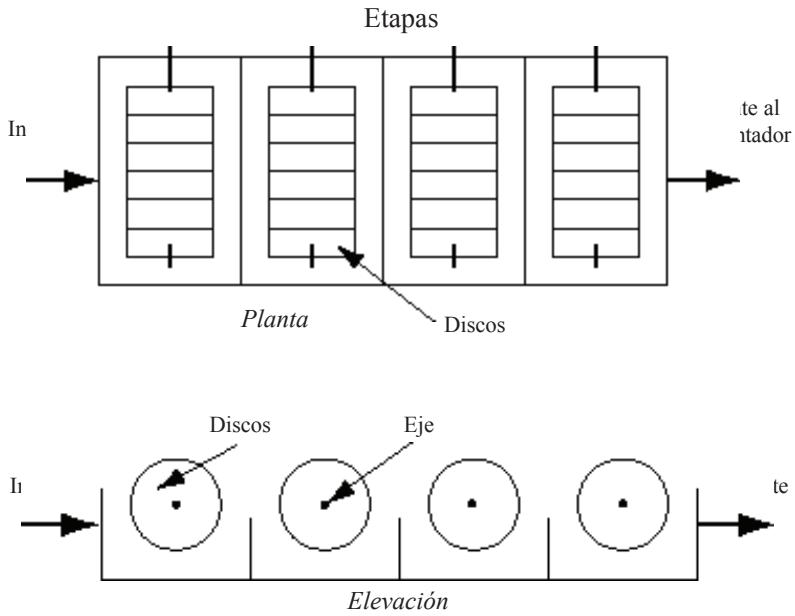


FIGURA 2. Sistema de discos biológicos con flujo perpendicular al eje con cuatro ejes y cuatro etapas.

Los criterios que recomienda The Water Pollution Control Federation se mencionan a continuación:

- Área sumergida: 40 %
- Número mínimo de etapas: 4
- Relación óptima volumen-superficie: 4,89 litros/m^2 para un influente con concentraciones mayores de 300 mg/L de DBO.
- Carga hidráulica:
  - 81 a 163 lpd/m^2 para tener en el efluente de 15 a 30 mg/L de DBO y SS.
  - 30,6 a 81 lpd/m^2 para tener en el efluente de 7 a 12 mg/L de DBO y SS y 1 mg/L o menos de nitrógeno amoniacal.
- Temperatura: 13º a 32ºC.
- Tasa de desbordamiento del tanque de sedimentación:
  - 32593 lpd/m^2 para obtener en el efluente de 20 a 30 mg/L de SS.
  - 16300 a 24445 lpd/m2 para obtener en el efluente 10 mg/L de SS.
  - 16300 lpd/m^2 de flujo promedio cuando diariamente la relación pico promedio equivale o excede 2:1.
  - 24445 lpd/m^2 cuando la relación pico promedio es menor que 2:1.
- Profundidad del tanque de sedimentación: 2:1.
  - lpd = litro por día
  - SS = sólidos suspendidos

Ventajas y desventajas

Ventajas

El biodisco presenta numerosas ventajas en comparación con otros sistemas de tratamiento biológico.

En el sistema de tratamiento con biodiscos no existen problemas de ruido. Además puede eliminarse la sedimentación del agua antes de entrar al biodisco, lo cual no afecta la capacidad de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno.

Con el proceso de biodiscos se eliminan moscas y malos olores.

Los biodiscos se recuperan más rápido de la entrada de tóxicos al proceso que

cualquier otro proceso biológico (lodos, filtros, RAFA, etc.).

No se necesita equipo de retrolavado, porque la rotación de los discos sumergidos en el agua residual, elimina el exceso de biomasa que se adhiere a los discos.

Las ampliaciones del sistema pueden hacerse fácilmente, porque nuevos módulos de biodisco pueden añadirse con facilidad. Así pueden solucionarse problemas de sobrecarga del sistema, aunque no se hayan planificado las expansiones de la compañía.

No presenta el problema de formación de espumas durante el tratamiento de desechos que contienen surfactantes.

El requerimiento de área de tratamiento es menor, lo que constituye la ventaja principal del biodisco con respecto a los demás sistemas de tratamiento biológico, en los que en muchos casos se requiere grandes extensiones para el tratamiento.

Desventajas

El proceso es relativamente nuevo y no hay parámetros de diseño definidos.

Por presentar tres fases: gaseosa, líquida y sólidos es difícil definirlo con un modelo matemático simple.

El proceso C.B.R. requiere un tiempo muy largo para alcanzar la estabilidad.

El costo del sistema es bastante elevado por tener que importarse de otros países como E.U.A. y México.

Glosario

DBO: cantidad de oxígeno que demandan o consumen los microorganismos, al estabilizar la materia orgánica. Es un parámetro usado para medir la contaminación orgánica de las aguas.

DBO soluble: es la DBO de una muestra previamente filtrada. También se la llama DBO filtrada.

Efluente nitrogenado: agua residual tratada en la que el nitrógeno se encuentra en forma de nitratos (NO_3^-).

Sistema de tratamiento secundario: tratamiento que se usa en segundo lugar en la secuencia del tratamiento del agua residual.

Sistema de tratamiento biológico: tratamiento que usa microorganismos para remover (estabilizar) la materia orgánica en otra más simple como: agua, bióxido de carbono, metano, ácidos de uno o dos átomos de carbono, etc.).

Biomasa: masa de microorganismos, generalmente bacterias.

Carga orgánica: son los kilogramos, libras, toneladas, etc., de DBO por volumen de agua residual, generalmente se da en kilogramos de DBO/día (kg DBO/día).

Carga orgánica superficial: es la carga orgánica en una superficie dada de tratamiento. Generalmente se da en kg DBO/m^2 o kg DBO/ha^2 (ha = hectárea).

r.p.m.: revoluciones por minuto.

Efluente: agua residual ya tratada, que sale del sistema de tratamiento.

Influente: agua residual sin tratar, que entra al sistema de tratamiento

Literatura consultada

1. Autotrol Corporation. *Autotrol Wastewater Treatment System Design Manual, Bio-Systems Division*, Milwaukee, Wisconsin, Copia Registrada Número 10267.

2. Norouzian, M.Y. *A Performance Evaluation and Kinetics Determination of an RBC System Operating at the C.U. Wastewater Treatment Plant.* Instituto de Ingeniería, UNAM, Proyecto 3306, 1983.

3. Benefield, L.D. and C.W. Randall, *Biological Process Design for Wastewater Treatment*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1980.

4. Norouzian, M.Y., Deloya, M.A. *Estudio del Comportamiento de una Unidad de Biodiscos Estructuralmente Modificada.* Instituto de Ingeniería, UNAM, Proyecto 3332, México, 1985.

5. Environmental Protection Agency. *Application of Rotating Disc Process to Municipal Wastewater Treatment*, EPA, Water Pollution Control Research Series, Proyecto Nº 1750, DAM, Washington, D.C., 1971.