



BIOTECNOLOGÍA DE PROCESOS PARA EL AMBIENTE

Departamento de Ingeniería de Reactores

Facultad de Ingeniería

Universidad de la República

Julio Herrera y Reissig 565, Montevideo, Uruguay

Tel: 2711 08 71 (ext 111) – Fax: 2710 74 37

Contacto: Dra Liliana Borzacconi (e mail: lilianab@fing.edu.uy)

Problema 1

De una experiencia piloto con efluente de una maltería se ha determinado una carga óptima de trabajo de $6 \text{ kgDQO/m}^3\cdot\text{d}$. Se va a construir un reactor a escala real para tratar $300 \text{ m}^3/\text{d}$ de un efluente con concentración promedio 3 kgDQO/m^3 .

i) Determinar el volumen del reactor

ii) Asumiendo una eficiencia de remoción del 80% y que de la carga orgánica removida solo un 15% se convierte en biomasa, estimar el caudal de biogás si este último tiene un 65% de metano (1kg DQO de metano equivale a 350L en condiciones normales).

iii) Si el rendimiento de biomasa respecto al sustrato es de $0.11 \text{ kg SSV/kgDQOrem}$, cuánto volumen es necesario purgar de lodos para mantener el contenido de los mismos constante en el reactor? Asumir que la purga se hace una vez al mes y que la concentración del lodo es de 30 g SSV/L . Asuma también que no hay que no hay acumulación de material inerte en el reactor y que no hay escape de lodos con la corriente de salida.

Problema 2

Se utiliza un sistema anaerobio con flotación interna de grasa para tratar un efluente lácteo. El volumen total del reactor compuesto por módulos es de 1000m^3 y el tiempo de residencia hidráulico es de 20 hs.

La concentración del efluente a tratar es de 3500 mg/L , con un contenido de grasas del 40% en DQO. Asumiendo una eficiencia de remoción de DQO del 85% calcular la concentración a la salida, la producción de metano y la cantidad de grasa flotada por día asumiendo que por flotación se remueve la mitad de la grasa que entra.

Para las grasas se puede asumir un factor de:
 2 kg DQO/ kg SSV

Problema 3

Se ha diseñado un reactor UASB de 600 m³ para tratar un caudal de 1200m³/d de un efluente agroindustrial que tiene una concentración de 5 kgDQO/m³. La carga orgánica específica de diseño es de 0.6 kgDQO/kgSSV.d

Cuál es la cantidad de sólidos que deberá contener el reactor?

Asumiendo un valor de Y de 0.10 kgSSV/kgDQOrem y una remoción de DQO del 80%:

- a) Qué régimen de purgas establecería?
- b) Qué cantidad de biogás se genera?
- c)Cuál es la concentración a la salida?

Problema 4

Se está operando a escala real un reactor UASB de 500 m³ con un efluente de concentración de 10 kgDQO/m³ y un caudal de 1500m³/d. El reactor tiene un contenido de sólidos de 15 000 kgSSV

El reactor está operando en condiciones óptimas con una eficiencia de remoción de DQO de 80%. El rendimiento fraccional es de 0.10 kgSSV/kgDQOrem.

Se debe duplicar la producción y se generará el doble de caudal con la misma concentración. Se ha planificado construir otro reactor para tratar el efluente que se generará. No se dispone de otro reactor para obtener el inóculo del nuevo UASB.

En base a lo anterior:

a)Cuál será el volumen del reactor a construir?

b)Cuánto tiempo es necesario para generar la cantidad de lodo necesaria para el segundo reactor?

c)En la operación con los dos reactores cuál será el caudal de gas generado?

Nota: suponer que un 10% del DQO removido se convierte en biomasa y que 1kg DQO metano corresponde a 0.35 m³ en condiciones normales

Problema 5

Se trata un efluente fácilmente biodegradable en un reactor UASB que es alimentado con una carga de 6400 kgDQO/d. Para ese efluente las cargas óptimas de trabajo son: 15 kgDQO/m³.d y 0.8 kgDQO/kgSSV.d.

Se sabe que operando a las cargas óptimas se tiene una remoción de 80% en DQO.

Se conoce además el perfil de lodos: Desde el fondo hasta el primer metro hay 60 kgSSV/m³, desde el metro hasta los dos metros hay 40 kgSSV/m³, desde los dos metros hasta los 4 hay 30 kgSSV/m³ y luego de allí la cantidad de lodo es despreciable.

El área del reactor es de 71m² y la altura total es de 6m.

Problema 5 cont.

Se ha construido un reactor de 670 m³ para el tratamiento de un emprendimiento con el mismo proceso productivo. El efluente tiene las mismas características por lo que se espera que los parámetros operativos sean los mismos (remoción y cargas). El nuevo reactor tratará un efluente de caudal de 2000 m³/d y concentración de 5 kgDQO/m³

- a) Calcule para el reactor operativo las cargas de operación actuales.
- b) Calcule para el nuevo reactor la producción de biogás (65% de metano) en condiciones normales y cuando el reactor esté operando a carga completa. Considere $Y = 0.10 \text{ kgSSV/kgDQOrem}$.
- c) Calcule la cantidad de lodo que debe tener el nuevo reactor cuando el mismo esté trabajando a carga completa y en las condiciones óptimas
- d) Para el arranque del nuevo reactor se está evaluando inocular con lodo del reactor operativo. Establezca la cantidad de lodo a extraer del reactor operativo sin perjudicar el desempeño del mismo y calcule la carga volumétrica de arranque.

Información adicional: 1.42 kgDQO/kgSSV

1kgDQO metano corresponde a 0.35m³ en condiciones normales

Problema 6

Cuál es el volumen necesario para un reactor del tipo UASB que tratará aguas cloacales de una pequeña comunidad que genera un caudal de 20l/s con una concentración promedio de 600mg/l de DQO? En otra ciudad cercana un reactor de 1000m³ trata un caudal de 50l/s con una concentración promedio de 500 mg/l y opera en condiciones óptimas.

Problema 7

Se va a diseñar un reactor UASB para el tratamiento de una fábrica de refrescos, las cargas recomendadas son de $10 \text{ kgDQO/m}^3\cdot\text{d}$ y $0.7 \text{ kgDQO/kgSSV}\cdot\text{d}$.

El caudal a tratar es de $3000 \text{ m}^3/\text{d}$ y la concentración media de 5000 mgDQO/l

a) Cuál sería el volumen de reactor y la cantidad de inóculo necesario si el mismo ya estuviese adaptado a trabajar a la carga máxima?

b) Si el inóculo del que se dispone es el de una laguna que trata el mismo efluente pero la carga aplicada es de $0.08 \text{ kgDQO/kgSSV}\cdot\text{d}$ y se pudieran extraer de la laguna 1000 m^3 con una concentración de 5 gSSV/l , qué caudal utilizaría para los primeros días de arranque?

c) Cuál será el caudal de metano cuando el reactor opere a carga máxima, con una eficiencia del 80%, si se producen $0.12 \text{ kgSSV/kgDQO rem}$?

Nota: 1 kg DQO metano corresponde a 0.35 m^3 en condiciones normales

$1 \text{ kg SSV de inóculo}$ tiene una DQO de 1.42 kg

Problema 8

Un reactor UASB que trata efluente de una industria de bebidas tiene las siguientes características: 200 m^3 , un caudal de $500 \text{ m}^3/\text{d}$ y una concentración de entrada de 6000 mgDQO/L , la concentración a la salida es de $1030 \text{ m}^3/\text{d}$. El biogás tiene 70% de contenido de metano.

Se desea diseñar un reactor UASB para una industria que produce las mismas bebidas y que genera un caudal de $1000 \text{ m}^3/\text{d}$ con una concentración media de 5000 mg DQO/L . Para el diseño se pueden usar los parámetros del reactor operativo.

Calcule para el nuevo reactor, cuando esté operando en estado estable. Lo siguiente:

- a) Volumen necesario
- b) Caudal de metano
- c) Régimen de purgas(el coeficiente de crecimiento de los microorganismos es el mismo que el del reactor operativo)

Dato: 1 kgSSV equivale a 1.42 kgDQO

Problema 9

Se está operando un reactor UASB de 500 m^3 para el tratamiento de un efluente agroindustrial. El caudal es de $1200 \text{ m}^3/\text{d}$ y la concentración de $5000 \text{ m}^3/\text{d}$.

Se va a duplicar la producción y como consecuencia se duplicará el caudal. Se ha decidido agregar un EGSB, la carga volumétrica de diseño para este efluente es de $24 \text{ kgDQO}/\text{m}^3\text{d}$ y la eficiencia esperada es del 80%.

- a) Calcule el volumen necesario para el reactor EGSB. Si la velocidad ascensional recomendada es de $10 \text{ m}/\text{h}$ y la superficie del reactor de 12 m^2 , calcule el caudal de reciclo necesario.
- b) Calcule la purga de lodos.
- c) Calcule la cantidad de metano que se produciría si el reactor operara con la eficiencia esperada

$$Y=0.1 \text{ kgSSV}/\text{kgDQO}_{\text{rem}}$$

1kg de metano corresponde a 0.35 m^3 en condiciones normales

1kgSSV equivale a 1.42 kgDQO

Problema 10

Se está operando un reactor UASB de industria láctea modificado (esquema problema 2) de 100 m^3 con un caudal de $125 \text{ m}^3/\text{d}$ y una concentración de $4 \text{ kgDQO}/\text{m}^3$. El 30% del DQO que ingresa proviene de las grasas presentes, de éstas el 50% se retira por flotación. La remoción de DQO es del 80% (calculada entre la entrada y la salida)

- a) Calcule la purga diaria para el reactor trabajando en estado estacionario (kgSSV/d).
- b) Calcule el caudal de metano generado.
- c) Calcule la carga específica si en el reactor la concentración media de sólidos es de $25 \text{ kgSSV}/\text{m}^3$ y compárela con la carga de diseño que es de $0.25 \text{ kgDQO}/\text{kgSSVd}$ ¿qué sugiere hacer en caso de que sean distintas?

$$Y=0.1 \text{ kgSSV}/\text{kgDQO}_{\text{rem}}$$

1kg de metano corresponde a 0.35 m^3 en condiciones normales

1kgSSV equivale a 1.42 kgDQO