Regresa al Indice

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE LODOS DEPURADORES CON LA TECNICA ANGULO DE CONTACTO

López-Barrera J. Antonio[1], Olayo R.[1], Gómez J.[2], Cuervo-L. Flor de M.[2]

[1]Departamento de Física, [2]Departamento de Biotecnología

UAM-I, Av. San Rafael Atlixco 186, col. Vicentina C.P. 09340, México, D.F.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas residuales es un problema muy importante a nivel mundial así como el tratamiento de aguas de desecho industrial es un gran reto a resolver. La escasez del agua limpia para el consumo humano, a generado un problema que en la actualidad es afrontado por una buena parte de la comunidad científica. Se buscan alternativas útiles para el tratamiento de las aguas de desecho industrial. Se han implementado muchas tecnologías con resultados parciales pero con grandes limitaciones. Una tecnología estudiada por el Departamento de Biotecnología de la UAM-I, Cuervo-López y J. Gómez (2003), in sistema en donde microorganismos vivos se encargan de la depuración de aguas residuales del tipo industrial. Esta tecnología indica que aplicando lodos depuradores a las aguas residuales, es posible limpiarlas. Los microorganismos vivos se encargan de la materia orgánica ayudando a limpiar el agua. Esta tecnología como muchas otras presenta complicaciones aun por resolver. Uno de los problemas más preocupantes es el de la hidrofobicidad que presentan los lodos al paso del tiempo. Otro problema de tipo operacional está regido por la perdida de estabilidad del lodo depurador, esta inestabilidad de lodo se presenta en algunas ocasiones como solo flotación del mismo y en el caso mas drástico se pierde por medio del efluente ya que esta muy fragmentado y hay que mencionar que también puede esponjarse perdiendo el total del lodo depurador del sistema. El 25% de los reactores con lodos floculantes y granulares en el mundo tienen problemas de flotación (Jenkins y col,. 1986 Pujol y Canler, 1989) y la mayoría de estos reactores pierden su funcionalidad en unas horas cuando ponerlos en operación tarda meses. En este problema tan puntual es necesaria la implementación de una técnica ajustada al sistema en función de poder predecir cuando y a que hora el lodo comenzara a flotar. Es importante remarcar que analizando la tensión interfacial generada por el medio podemos ayudar a resolver tan grave problema.

Las causas que llevan a la inestabilidad de los lodos no son bien conocidas debido a la complejidad del sistema, sin embargo existen varias propuestas que tratan de explicarla, la estabilidad se asocia al crecimiento excesivo de microorganismos filamentosos (Pipes, 1978; Michael y col 1985). Las condiciones ambientales como la demanda química de oxigeno o la deficiencia de la aireación (Daigger y col., 1985), son también consideradas causas de la perdida de la estabilidad del lodo. Las substancias exopoliméricas (SEP) como las proteínas y la glucosa son de gran importancia en la estabilidad de los lodos aun que de ellas no se sabe mucho, sabemos que el papel que juegan es muy importante en la estabilidad de los lodos depuradores.

Los parámetros físicos como la tensión superficial, y la reología de los sistemas biológicos (Viscosidad y tixotropía) están asociados con la agregación de los flóculos y gránulos en los biorreactores (Thaveesri y col., 1995; Martins do Santos y col., 1197). De aquí que es importante aplicar y sustentar una nueva técnica como la reología combinada

Regresa al Indice

con mediadas de ángulo de contacto para verificar el carácter hidrofóbico del sistema. La técnica de ángulo de contacto evalúa la actividad interfacial ya que analiza la parte sedimentada del lodo con respecto a una burbuja de aire o nitrógeno suministrado generando un ángulo de contacto que indicara si el lodo se vuelve más o menos hidrofobico en estado estacionario o incluso a través del tiempo.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

En la Fig.1 se muestra el dispositivo que se usó para evaluar la actividad superficial a través del ángulo de contacto. El sistema consiste de un medio continúo, lleno de efluente en agua, y el sedimento en este caso el lodo depurador. Para preparar el sedimento, el lodo se deposita en una celda transparente de polibutimetacritao (PBMA) y se centrifuga a una rapidez de 1000 rev/min, durante 20 min. A continuación la celda de PBMA se mete al medio continuo con la boca hacia abajo y se le inyecta una gota de nitrógeno o aire.

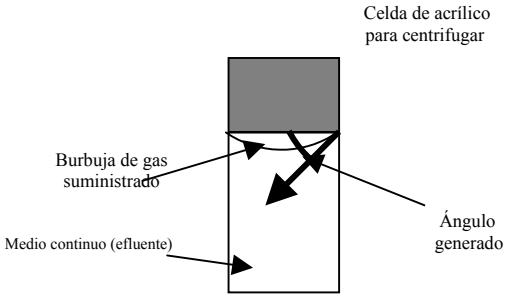

Fig. 1 Arreglo experimental para determinar la actividad interfacial del sistema.

La Fig. 2 esquematiza como se forma el ángulo de contacto entre las tres fases del sistema, fase sólida (lodo depurador), medio continuo, efluente en agua y fase gaseosa, gas inyectado. La evaluación del ángulo generado justo en el punto de equilibrio de las tres fases, evaluará la actividad interfacial de la parte sedimentada con respecto al gas suministrado.

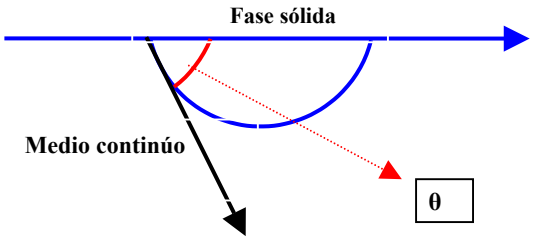

Fig. 2 Esquema detallado del ángulo de contacto generado entre las tres fases del sistema.

La Fig. 3 muestra el sistema completo para evaluar la actividad interfacial de los lodos depuradores.

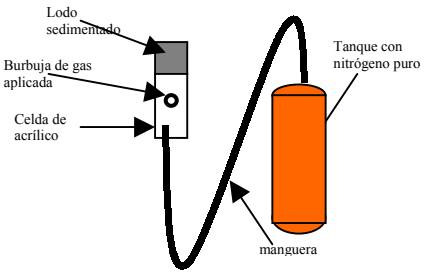

Fig. 3 Arreglo experimental

Una vez generado el ángulo de contacto se le toma una fotografía con una digital cámara Mavica Sony posteriormente las imágenes son analizadas con el programa Image 1.67.
Se usaron 4 distintos lodos de prueba de los cuales sólo uno tenia problemas de flotación

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Tabla 1 se muestran los ángulos generados por las burbujas de aire y nitrógeno en la interfase del lodo y el medio continuo. Como se puede apreciar en la Tabla, el lodo de prueba con problemas de flotación genera un ángulo de contacto menor de 90° con ambos gases, para los demás lodos el ángulo

Regresa al Indice

de contacto oscila entre 100°-125°. Los ángulos generados se pueden discutir de la siguiente manera, cuando el ángulo es más pequeño indica que la burbuja se pega más a la sedimentación del lodo, superficie hidrofobica. Los de mayor magnitud se adhieren menos a la superficie sedimentada del lodo, superficie más hidrofilica.

Tabla 1 – Angulo de contacto generado con aire y nitrógeno.

Lodo muestra	**Θ/ con aire**	**Θ/ con nitrógeno**
Lodo 1	**100º.65**	**106º.48**
Lodo 2	**99º.34**	**106º.11**
Lodo 3	**108º.72**	**111º.72**
Lodo 4	**117º.57**	**125º.48**
Lodo que flota	**88º.12**	**86º.45**

El lodo depurador que flota tiene una tensión superficial diferente a los otros, ya que como lo indica la Tabla 1, su ángulo generado es menor al menos en 13° con respecto al más cercano.

Los lodos utilizados en estos experimentos fueron proporcionados por Cuervo-López, los lodos fueron alimentados con lactato de sodio, mostraron una estabilidad de 15 días sin flotación, después de ese tiempo los lodos flotaron y unos días antes el ángulo de contacto cambio a un valor menor que el reportado en la Tabla 1.
Una prueba que se utilizó para explicar y sustentar el ángulo de contacto aplicada a lodos depuradores es la Reología en esta prueba se utilizo la geometría de cilindros concéntricos.
Con la reología, se calcula la viscosimetria de los lodos de prueba para analizar la tixotropía generada en la curva resultante entre la velocidad de corte y el esfuerzo cortante.

Lodo con acetato de sodio

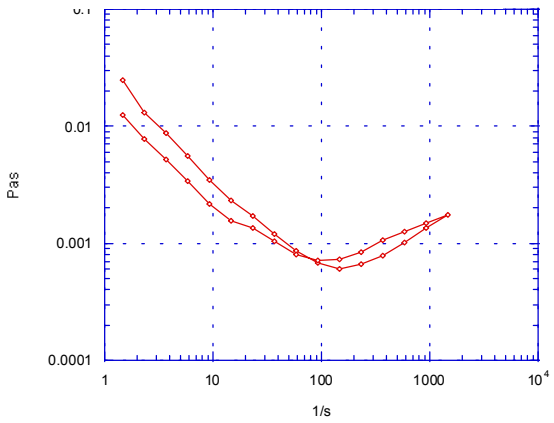

Fig. 4 Prueba de reología a los lodos depuradores.

En la Fig. 4 se muestra el mínimo valor de esfuerzo de corte sin llegar a su máxima velocidad de corte, después el esfuerzo de corte comienza a incrementarse conforme se llega al valor máximo de velocidad cortante, para después regresar con un esfuerzo cortante mayor, esto indica que existe tixotropía.

Cuando a la muestra de lodo de prueba se le aplica una velocidad de corte máxima y se desacelera esté no regresa por los mismo puntos, lo que indica que el lodo se descompuso dado su esfuerzo cortante, ya que no regresa al mismo punto de donde partió, este lodo de prueba es uno de los que presento problemas de flotación, este problema de hidrofobicidad lo comprobamos antes con la técnica de ángulo de contacto.

La Fig.5 muestra una segunda prueba a la muestra de lodo depurador, para poder identificar alguna variación en su comportamiento. Como se aprecia, el lodo sometido a un esfuerzo cortante no se regenera o no se constituye de forma proporcional a la velocidad de corte aplicada. Esto muestra más claramente una tixotropía pero al mismo

Regresa al Indice

tiempo se puede pensar en la perdida de estabilidad del lodo depurador alimentado don lactato de sodio.

Lodo alimentado con lactato de sodio

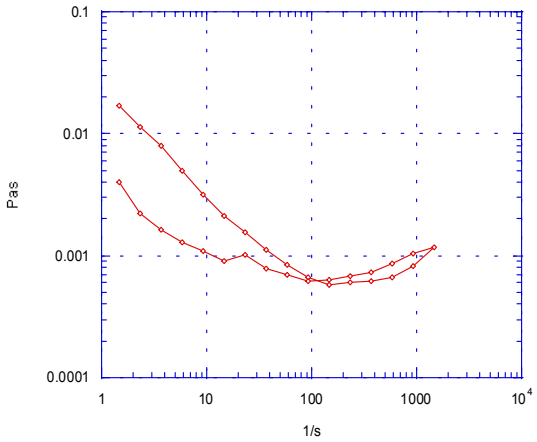

Fig. 5 Segunda prueba de reología al lodo.

CONCLUSIONES

La técnica de ángulo de contacto es bastante sensible para detectar cambios en la hidrofobicidad de los lodos depuradores. A menor ángulo de contacto el lodo depurador de prueba se vuelve más hidrofobico. La reología nos muestra que los lodos depuradores sufren de tixotropía.

BIBLIOGRAFIA

Dolfing, J. (1987) Microbiological aspects of granular methanogenic sludge. Ph.D. thesis, Agricultural University of Wageningen, Wageningen, The Netherlands.

Flor de Maria Cuervo L. Jorge Gómez H. Tesis Doctoral UAM-Iztapalapa Noviembre 2002