

DISEÑO DE UN FLOTADOR POR AIRE DISUELTO (DAF) EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DE UNA TEXTIL

G. Salas Colotta

Facultad de Química e Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

RESUMEN

Se presenta el diseño de un flotador por aire disuelto (DAF) para separar sólidos coagulados y floculados (tinte) provenientes de los efluentes de una planta textil. Los rendimientos obtenidos de remoción de sólidos suspendidos (SS) son 82%. El tamaño del flotador para tratar 35 m³/h de agua residual de una textil es de 5,7 m de diámetro.

Palabras claves: Flotación por aire disuelto, tratamiento de aguas, aguas residuales.

ABSTRACT

We presented the design of a dissolved air flotation system (DAF) to separate coagulated solids (dye) in the wastewater of a textile plant. The obtained yields of removal of suspended solids (SS) they are 82%. The size of the float to treat 35 m³/h of residual water of a textile is 5,7 m.

Key words: Dissolved air flotation, Waste water treatment, Waste water.

INTRODUCCIÓN

La flotación es una operación unitaria usada para separar sólidos contenidos en una fase líquida. La separación se consigue introduciendo microburbujas de gas (generalmente aire) en la fase líquida, que se adhieren al material particulado (tinte floculado y coagulado) ^[1] y, gracias a la fuerza ascensional, el conjunto partícula-burbuja de gas sube hasta alcanzar la superficie del líquido. De esta forma es posible lograr que floten partículas con densidad mayor a la del líquido. La flotación por aire disuelto es el sistema de flotación más usado en el tratamiento de agua residual. La operación del proceso DAF está basada en principios descritos con detalle en trabajos anteriores ^[2]. Las variables de operación que afectan el rendimiento del DAF son

la presión de saturación, la razón de recirculación. En general a mayor presión de saturación se tiene una mayor cantidad de aire disuelto en agua, y mayor dispersión en la distribución de diámetros de burbuja con aparición de turbulencia. Dada la importancia de obtener un diámetro de burbuja lo más pequeño y homogéneo posible, es preciso establecer una presión de trabajo intermedia. En trabajos anteriores ^[3] se ha establecido un rango de presión conveniente entre 2 a 5 atm. para aire; en este rango no se ha observado variación en la eficiencia del DAF. Por otra parte la recirculación del agua determina la razón aire/sólidos en la celda, la cual debe ser lo más alta posible; sin embargo, una recirculación excesiva puede producir turbulencia, que destruiría flóculos de tinte débiles, afectando así la eficiencia del DAF.

PARTE EXPERIMENTAL

El sistema experimental está constituido por dos etapas, a saber: producción de flocúlos y flotación por aire disuelto (DAF). Las condiciones de coagulación/floculación del tinte contaminante, se determinó en trabajo anterior^[4]. Estas son: pH = 7,0, coagulante (sulfato de alúmina) = 150 mg /L floculante (polímero aniónico Flocudex AS/10) 5 mg/ L). Temperatura 20 °C. La producción de flocúlos se realizó adicionando coagulante / floculante en poza de recepción la cual enviaba el agua a torre de enfriamiento, por medio de bomba centrífuga, para luego almacenarla en tanque de homogenización, donde se completaba el proceso de formación de flocúlos, para luego ser bombeada a la planta piloto DAF . Los análisis químicos de sólidos suspendidos, se efectuaron con métodos estándares [5].

Los componentes básicos de la planta piloto usada para la flotación por aire disuelto fueron (figura N.º 1): 1) bomba (3 HP) de tornillo de caudal variable 0 – 10 m³ / h, para alimentación de agua residual ; 2) bomba centrífuga (2 HP) para de presurización; 3) sistema de inyección de aire (compresor de 2 HP); 4) tanque de retención de 50 cm de diámetro y 1,5 m de altura (para conseguir un contacto aire-líquido); 5) válvula reductora de presión (válvula de aguja de 30,0 mm de diámetro);

6) tanque de flotación de 2,4 m de diámetro y 7) sistema de rastras de remoción del lodo flotado de velocidad variable.

FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DAF

La saturación se lleva a cabo en un tanque de presurización de conectado a un compresor. El efluente de la columna de saturación es liberado a través de una válvula de aguja en la celda de flotación, junto con el agua a tratar. Debido al cambio brusco de presión del agua ésta se sobresatura liberando pequeñas burbujas (20-100 μ m de diámetro), las cuales se adhieren a las «partículas» suspendidas (tinte coagulado y floculada), produciéndose la flotación. El concentrado en la superficie del flotador forma una masa flotante de gran estabilidad, los cuales son removidos continuamente por un sistema de rastras y evacuados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante todas las experiencias la temperatura del agua fue de 20 °C. Igualmente en todas las experiencias el pH del agua se mantuvo constante después de la dosificación de coagulante y floculante. La forma de los flocúlos producidos después de la adición de

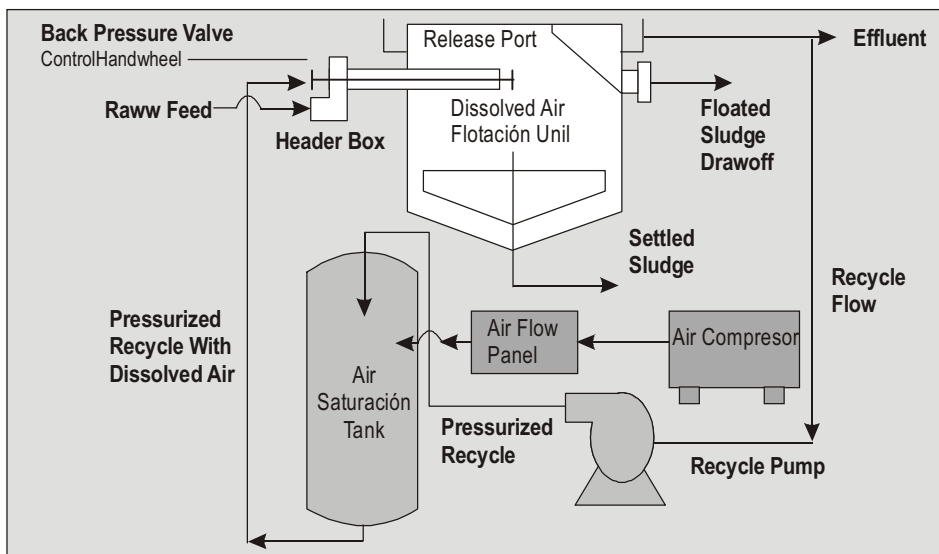


Figura N.º 1. Diagrama de flujo de funcionamiento del DAF .

sulfato depende del pH final; por esta razón se controla por pH y no por caudal la dosificación.

La descarga de agua saturada en la celda de flotación dio origen a la formación inmediata de gran cantidad de microburbujas, produciendo un aspecto lechoso. Resultó de fundamental importancia para evitar la formación de burbujas de gran tamaño la posición relativa de la válvula de aguja; en efecto un tamaño y distribución ideal se obtuvo solamente cuando ésta se instaló muy cerca del flotador. Esto indica una rápida dispersión del agua saturada en la celda, evita la existencia de zonas de alta sobresaturación, los cuales generan de forma espontánea burbujas de gran tamaño, afectando el rendimiento del DAF en la remoción de sólidos suspendidos.

En todas las experiencias, la carga hidráulica varió entre 1 y 5 m³ / m². h. La figura N.º 2 muestra el efecto de la carga hidráulica sobre la eficiencia de remoción de sólidos en suspensión (SS). Una carga de 3 m³ / m². h, la cual corresponde a un tiempo de residencia de siete minutos, es el valor óptimo de operación de la celda. Una carga hidráulica superior a 3 m³ / m². h en la celda produjo un aumento sostenido de turbidez del efluente, debido al arrastre de flóculos pequeños. Para tiempos de residencia superiores a 10 minutos (Figura N.º 3) no se observó turbidez residual.

La relación aire sólidos (A/S) en las diferentes experiencias varió entre 0,01 y 0,05. Para valores superiores a 0.03 no se observó mejora en la eficiencia de remoción de sólidos en suspensión (figura 4). En los mecanismos por los cuales las burbujas se adhieren a los flóculos, la hidrofobicidad (adversos al agua) juega un papel importante en la estabilidad de la unión sólido-burbuja. La gran estabilidad del concentrado (material flotado) en la celda de flotación indica que el grado de hidrofobicidad de la contaminación presente en el agua es adecuada para el proceso. La turbidez residual observada a cualquier valor de A/S puede ser ocasionada por una fracción de partículas con superficies no hidrofóbicas.

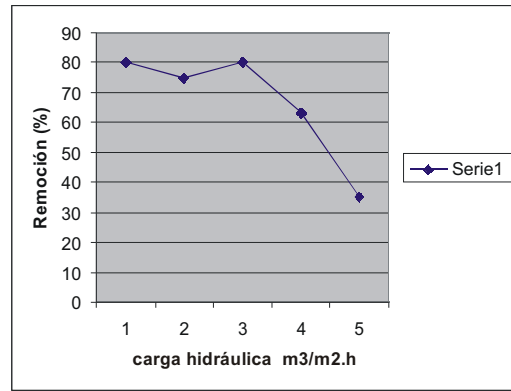


Figura N.º 2. Efecto de la carga hidráulica sobre la remoción de sólidos en suspensión (SS).

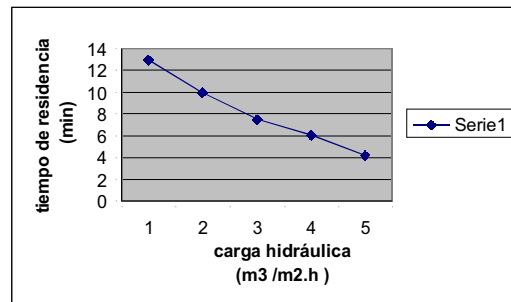


Figura N.º 3. Efecto de la carga hidráulica sobre el tiempo de residencia.

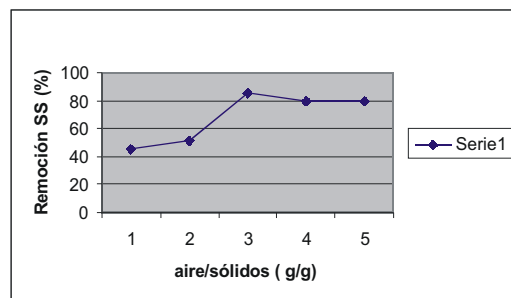


Figura N.º 4. Efecto de la relación (A/S) sobre la eficiencia de remoción de sólidos suspendidos (SS).

Por otra parte, la recirculación de agua determina la relación aire /sólidos en la celda, lo cual debe ser lo más alta posible; sin embargo, una recirculación excesiva puede producir turbulencia que destruiría flóculos débiles, afectando como se aprecia la eficiencia del

DAF. Esto se aprecia en la figura N.º 5, donde para una recirculación de 55% se logra la máxima eficiencia de separación de SS (82%).

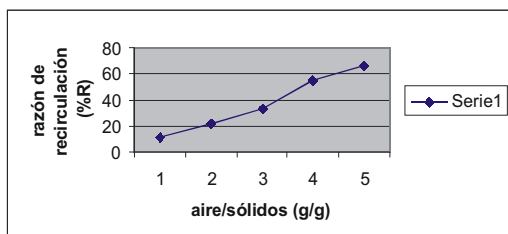


Figura N.º 5. Efecto de la relación A/S sobre la razón de recirculación(%R).

Para el caso que nos ocupa el flujo de agua a tratar (Q) será de 35 m³/h. Si seleccionamos una carga hidráulica de 3 m³/m².h, y una recirculación del 55% de Q (aproximadamente 20 m³/h.), la superficie requerida de celda de flotación será: $Q + R = 75 \text{ m}^3/\text{h}$, por lo que la superficie requerida es $75 \text{ m}^3/\text{h} / [3 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}] = 25,9 \text{ m}^2$. El diámetro del DAF será: $[25,9 \text{ m}^2 / 0,785]^{1/2} = 5,7 \text{ m}$.

CONCLUSIONES

La principal ventaja de trabajar de utilizar burbujas pequeñas (microburbujas) es que se logra una operación libre de turbulencia y una mejor interacción sólido-burbuja. Esto es particularmente importante en el caso de sólidos aglomerados o flóculos de estructura débil

El concentrado o flotado de la superficie del flotador forma una cubierta flotante de gran estabilidad. La variables de operación que afectan el rendimiento del DAF son la presión de saturación, la razón de recirculación y el modo de inyección del agua saturada.

En comparación con los sedimentadores convencionales, que presentan un tiempo de residencia de 2 a 3 horas^[5], las celdas de flota-

ción requieren de un volumen de hasta 13 veces menor para un mismo caudal a tratar. Esto representa menores costos de terreno y equipos para el sistema DAF en comparación con la sedimentación convencional

En las experiencias en planta piloto corridas para aguas residuales de una textil se comprobó la eficacia del proceso de flotación por aire disuelto para la separación de sólidos suspendidos, a través del estudio de las variables de operación. Para el diseño de un equipo DAF de este proceso de tratamiento, se debe considerar una rápida dispersión de agua en la celda, y una razón aire/ sólidos y carga hidráulica de 0,03 y 3 m³/m².h respectivamente. Se pone de manifiesto con estos resultados las ventajas de este tipo de tratamiento de las aguas residuales de una textil, sobre la sedimentación convencional.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Salas G. «tratamiento Físico-Químico de Aguas residuales de la industria Textil»; Rev. Per. Quim. Ing. Quim. Vol. 5 N.º 2, pp. 64-71 (2003).
- [2] Salas G. «Proceso de flotación por aire disuelto en el tratamiento de agua residual de bombeo en la industria de harina de pescado»; Rev. Pe. Quim. Ing. Quim. Vol. 6 N.º 1, pp. 66-68 (2003).
- [3] Gulas, V. y Lindley, R. «Factors affecting the Design of Dissolved Air Flotation Systems», Journal WPCF, Vol. 50(7) (1978).
- [4] APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 13th ed., American Public Health Association, New York (1971).
- [5] Wastewater Engineering. Treatment; Disposal Reuse, Metcalf & Eddy, 3.^a ed., Mc Graw-Hill, Inc., USA, pp. 475-578 (1991).