United States Environmental Protection Agency | Office of Water Washington, D.C. | EPA 832-F-00-019 Septiembre de 2000

Folleto informativo de tecnología de aguas residuales

Extracción de amoníaco por arrastre con aire

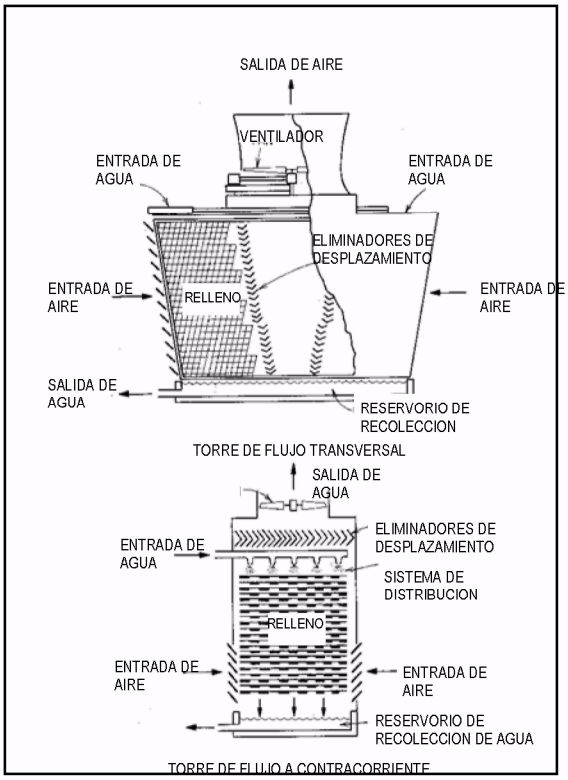
DESCRIPCIÓN

La extracción del amoníaco por arrastre con aire es un proceso simple de desorción que se utiliza para reducir el contenido de amoníaco en una corriente de agua residual. Algunas aguas residuales contienen grandes cantidades de amoníaco y/o de compuestos de nitrógeno que generan fácilmente nitrógeno amoniacal. A menudo es más fácil y menos costoso el remover el nitrógeno del agua residual en forma de amoníaco que el convertirlo a nitratos antes de su remoción (Culp *et al.*, 1978).

El amoníaco (una base débil) reacciona con el agua (un ácido débil) para formar hidróxido de amonio. Para la extracción del amoníaco por arrastre con aire se añade cal viva o soda cáustica hasta cuando el agua residual llega a un pH de 10.8 a 11.5 unidades estándar, lográndose la conversión de los iones de amonio a amoníaco gaseoso según la siguiente reacción(es):

$$NH_4^+ + OH \rightarrow H_2O + NH_3$$

La Figura 1 ilustra dos variantes de torres de extracción de amoníaco, las de flujo transversal y las de flujo a contracorriente. En las torres de flujo transversal el gas de disolución (el aire) entra a través de toda la capa de relleno y fluye por el material de empaque a medida que el agua alcalina cae al fondo de la torre. En las torres de flujo a contracorriente el aire entra a través de orificios en el fondo de la misma, mientras que el agua residual se bombea a la parte superior de la torre para ser distribuída por el material de empaque. A medida que las pequeñas gotas de agua van cayendo, el amoníaco libre (NH_3) es arrastrado de estas a la corriente de aire y liberado a la atmósfera.



Fuente: Culp, et. al, 1978.

FIGURA 1 DOS VARIANTES DE TORRES DE EXTRACCIÓN POR ARRASTRE CON AIRE

APLICABILIDAD

La extracción del amoníaco por arrastre con aire es efectiva para aguas residuales con concentraciones de amoníaco entre 10 y 100 mg/l. Para un mayor contenido de amoníaco (más de 100 mg/l) puede ser más económico el uso de técnicas alternas de remoción tales como la extracción con vapor o los métodos biológicos. La extracción por arrastre con aire puede ser utilizada también para la remoción de muchas moléculas orgánicas hidrofóbicas (Nutrient Control, 1983).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Las siguientes ventajas y desventajas deben ser consideradas cuando se compara la extracción por arrastre con aire con otros sistemas de remoción de amoníaco.

Ventajas

- La operación es relativamente sencilla y no se ve afectada por la fluctuación del agua residual si el pH y la temperatura del aire se mantienen estables.
- La extracción de amoníaco por arrastre con aire es un procedimiento mecánico y no produce retrolavados o materiales regenerados.
- La extracción por arrastre con aire no se ve afectada por compuestos tóxicos que puedan alterar el desempeño de un sistema biológico.
- La extracción por arrastre con aire es un proceso controlado para la remoción selectiva del amoníaco.

Desventajas

- El agua debe ser re-bombeada a la torre de extracción. El bombeo requiere un mayor mantenimiento y consumo de energía.
- La formación de incrustaciones puede ser removida hidráulicamente en la mayoría de los casos pero no en todos, lo cual requiere que se hagan estudios piloto en la mayoría de las localidades.
- La extracción de amoníaco por arrastre con aire no puede hacerse en condiciones de helada (a menos que se cuente con suficiente aire caliente). La niebla y la deposición de hielo tienen como resultado una reducción significativa en la remoción del amoníaco.
- Mientras que el amoníaco normalmente se libera a la atmósfera a bajas concentraciones (6 mg/m^3), esto puede ser inaceptable en ciertas localidades debido a normas existentes o problemas potenciales de la calidad del aire.
- La extracción de amoníaco por arrastre con aire no remueve nitratos ni nitrógeno orgánico.
- Problemas de contaminación atmosférica pueden resultar de la reacción entre el amoníaco y el dióxido de azufre.
- La extracción por arrastre con aire a menudo requiere la adición de cal viva para control del pH, lo cual puede causar problemas de operación y mantenimiento.
- El ruido puede ser problemático.

- El pH elevado del agua residual puede degradar las empaquetaduras de madera de la torre de extracción.

CRITERIOS DE DISEÑO

Los siguientes criterios deben ser considerados cuando se diseña un sistema de extracción de amoníaco por arrastre con aire. Las condiciones óptimas se señalan en paréntesis.

- Carga hidráulica de agua residual (0.1 a 0.2 l/min/m^3 o 1 a 2 gal/min/pie^2).
- Tasa de flujo del aire de arrastre (32 a 54 l/min/m^3 o 300 a 500 pie^3/min/gal).
- Profundidad del relleno (6.1 a 7.6 metros o 20 a 25 pies).
- pH del agua residual (10.8 a 11.5).
- Reducción de la presión de aire (0.015 a 0.019 pulgadas de agua por pie).
- Tipo de soplador de aire.
- Requerimientos del sitio y del terreno.
- Material de empaque (plástico o madera).
- Espacio del empaque (aproximadamente 5 cm o 2 pulgadas en dirección horizontal y vertical).
- Temperatura del agua.
- Capacidad de la planta.
- Concentración de amoníaco en el agua residual.
- Uniformidad en la distribución del agua.
- Remoción de incrustaciones y facilidad de limpieza.

La introducción de aire en el sistema es una diferencia principal entre las dos variantes de torres de extracción. En la torre de flujo transversal el aire entra lateralmente, lo cual es mucho menos eficiente que la torre de flujo a contracorriente en donde el aire entra por el fondo.

DESEMPEÑO

La extracción de amoníaco por arrastre con aire depende altamente de la temperatura del aire y de la razón aire/agua. La eficiencia se reduce significativamente a medida que disminuye la temperatura del aire. A 20ºC (68ºF) se tiene una eficiencia de remoción del amoníaco del 90 al 95 por ciento, mientras que a 10ºC (50ºF) la eficiencia disminuye al 75 por ciento.

Proyecto de investigación de la EPA en Lake Tahoe

En el estudio de Lake Tahoe se determinó que la tasa de remoción de nitrógeno amoniacal a un pH de 11.5 era del 95 por ciento para una tasa de aplicación de agua residual de 53,460 l/m^3 (400 gal/pie^3) durante los periodos más cálidos (Culp *et al.*, 1978). Erigida en 1969, la torre de 7.3 metros (24 pies) usa un diseño de flujo transversal para tratamiento de un caudal de 28,390 m^3/d (7.5 MGD).

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (O/M)

Una programación rutinaria de O/M debe ser desarrollada y aplicada para cualquier sistema

de extracción del amoníaco por arrastre con aire. Actividades rutinarias de O/M incluyen:

- Seguimiento de todas las recomendaciones del fabricante.
- Evaluación y calibración de equipos.
- Mantenimiento de bombas y sopladores.
- Inspección periódica de la torre para determinar deposición de incrustaciones.
- Mantenimiento de tasas apropiadas de flujo de aire y agua.
- El ajuste apropiado del pH con cal requiere un manejo cuidadoso de esta.
- Clarificación del afluente antes de la extracción por arrastre con aire.
- Monitoreo y control de ruido de los equipos de extracción.

La Tabla 1 enumera las fuentes y soluciones a problemas de ruido.

TABLA 1 FUENTES DE RUIDO Y SOLUCIONES A PROBLEMAS POTENCIALES

Fuente de ruido	Posible solución
Motores	Instalación apropiada, mantenimiento y aislamiento
Ventiladores	Reducción de la velocidad de punta e instalación de silenciadores de escapes
Salpicado del agua	Cobertor de agua para el relleno de la torre y la entrada de aire

Fuente: Culp, *et. al*, 1978.

COSTOS

Los costos de la extracción de amoníaco por arrastre con aire dependen del fabricante de los equipos, la ubicación de la planta y su capacidad, la concentración de amoníaco en el agua residual, el caudal deseado, los tipos de sopladores, y la temperatura del agua (esta última afecta el diseño, y por ello los costos). Las comparaciones de costo son posibles para un grupo específico de criterios de diseño. Los costos de O/M incluyen la energía eléctrica, los materiales, los compuestos químicos y los costos laborales.

REFERENCIAS

Otros folletos informativos técnicos relacionados

Otros folletos informativos relacionados pueden obtenerse en el sitio de Internet: http://www.epa.gov/owmitnet/mtbfact.htm

1. "Air Stripping" [http://www.scana.com/sce%26g/business_solutions/technology/ewtwair.htm].

2. Cornwell, David A., 1990. Air Stripping and Aeration. In Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies. Ed Pontius, Frederick W., AWWA 4th Ed. McGraw-Hill, Inc., NY.

3. Culp, Russell L.; Wesner, George Mack; and Culp, Gordon L., 1978. *Handbook of Advanced Wastewater Treatment*. 2nd Ed. Van Nostrand Reinhold Co., NY.

4. *Nutrient Control, Manual of Practice FD-7 Facilities Design*, 1983. Water Pollution Control Federation.

5. U.S. EPA, Wickramanayake, G.B.; Evers, D.; Kittel, J.A.; Gavaskar, A., 1991. *Bench-Scale Evaluation of Ammonia Removal from Wastewater by Steam Stripping.* EPA 600/2-91-046, Washington, D.C.

6. U.S. EPA, 1980. *Innovative and Alternative Technology Assessment Manual.* EPA 430/9-78-009, Washington, D.C.

7. Water Engineering & Management Ammonia Removal Suppliers [http://www.waterem.com].

INFORMACION ADICIONAL

ResinTech, Inc.
Frank DeSilva
1980 Old Cuthbert Rd.
Cherry Hill, NJ 08034
Water Equipment Services
Mark Gorrell
6389 Tower Lane
Sarasota, FL 34240

Para más información contacte a:

Municipal Technology Branch
U.S. EPA
Mail Code 4204
1200 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20460