

DEPURACION DE GASES RESIDUALES Y ELIMINACION DE OLORES: BIOFILTRACION

Ing. Quím.
Eduardo Peirano Allende

RESUMEN

En el presente artículo se presenta la tecnología de biofiltración de gases en el suelo que se aplica para la eliminación de olores y compuestos orgánicos volátiles que son residuos de muchos procesos industriales.

Las normas ISO 9000 incluyen a la Gestión Ambiental como parte integrante de la Calidad Total y las nuevas normas BS 7750 de Sistemas de Gestión Ambiental son el resultado de la demanda de los consumidores extranjeros de productos y procesos de fabricación que no agredan al ambiente. En el futuro próximo la competencia entre las empresas a nivel internacional se dará también en el área de la Gestión Ambiental.

La tecnología de biofiltración de gases en el suelo adquiere por esta razón una particular importancia ya que su uso apunta a eliminar la manifestación más visible de la contaminación industrial: la emisión de olores.

INTRODUCCION

La función que cumple el suelo en la naturaleza es la de retirar sustancias contaminantes del aire y del agua para reciclar los elementos químicos de vuelta a sus ciclos naturales.

El suelo tiene la capacidad de adsorber contaminantes del aire porque está formado por una mezcla de partículas de carbón activado, sílica, alúmina, óxidos de hierro y cal.

El suelo tiene una porosidad del 40 - 50 %, entre 1 y 100 m²/g de área superficial, sílica y óxidos de metales de transición, que catalizan la oxidación de gases inorgánicos, una elevada cantidad de agua y oxígeno disponibles y una gran capacidad de neutralización de productos ácidos. Fundamentalmente, el suelo posee una gran cantidad de material húmico con una gran capacidad de adsorción y una enorme población de microorganismos con capacidad de oxidar los gases orgánicos, descomponiéndolos en anhídrido carbónico y agua.

En cada gramo de suelo existen aproximadamente, 10⁹ bacterias y 10⁵ hongos. Estos microorganismos oxidan los compuestos orgánicos relativamente simples y que son fácilmente biodegradables. El suelo también contiene, por cada gramo, una población de 10⁷ actomicetos que oxidan los compuestos aromáticos.

El suelo ha estado limpiando la atmósfera de productos contaminantes durante millones de años sin haber contaminado los cursos de agua subterráneos.

A los productos que producen olores desagradables, instintivamente, se los entierra en el suelo. El producto continúa desprendiendo olor, pero el suelo adsorbe los compuestos químicos responsables por el olor y los microorganismos presentes en el suelo los descomponen en compuestos más simples e inodoros. El mismo método se aplica con éxito cuando se cubre a la basura de las ciudades con capas de suelo en los rellenos sanitarios.

La biofiltración adapta esta tecnología al tratamiento de gases residuales industriales.

BIOFILTRO

Un biofiltro, como se observa en la figura 1, está formado por un sistema de tubos perforados que conducen y dispersan el gas que se desea depurar por debajo del suelo. A medida que el gas asciende a través de los poros del suelo, las sustancias contaminantes presentes en el gas son adsorbidas en la superficie de las partículas del suelo. El suelo adsorbe contaminantes porque posee una mezcla de carbón activado, alúmina, sílica y cal, y todos estos sólidos tienen elevada capacidad de adsorción.

A pesar de que la capacidad de adsorción del suelo es baja, como los contaminantes de origen orgánico adsorbidos por las partículas del suelo son oxidados por los microorganismos allí presentes ésta capacidad se renueva permanentemente y en este caso la vida útil del biofiltro es, en principio, infinita.

En última instancia, el desempeño de un biofiltro a largo plazo depende más de la velocidad con que los productos gaseosos son oxidados que de la capacidad de adsorción del suelo. La velocidad de oxidación microbiana depende, a su vez, de la biodegradabilidad de las moléculas del gas y de la actividad microbiológica del suelo. Esto último depende de la cantidad de oxígeno presente, de la presencia de agua y otros nutrientes y de la temperatura.

Los biofiltros oxidan a los gases al igual que los incineradores y los lavadores de gases que usan soluciones oxidantes. La catálisis enzimática de los microorganismos, en presencia de suficiente oxígeno, en lugar de calor extremo o de los agentes químicos oxidantes, descomponen los gases contaminantes en anhídrido carbónico y agua. La catálisis enzimática es más lenta que la oxidación química o por calor pero como se usan grandes superficies de biofiltración y tiempos de detención altos, la oxidación es completa.

La capacidad de adsorción de gases que posee el suelo es aproximadamente proporcional al peso molecular y al número de grupos funcionales que posee el gas.

Los gases inorgánicos como SO_2 , H_2S , NO_x , NH_3 , etc., también son fuertemente adsorbidos por el suelo. Los gases sulfurados y nitrogenados son oxidados a ácido sulfúrico y ácido nítrico, respectivamente, a través de catálisis química. Estos ácidos son neutralizados inmediatamente por la alcalinidad del suelo. Los biofiltros usados para el tratamiento de gases inorgánicos tienen una capacidad limitada ya que una vez que se agota la capacidad del suelo de neutralizar estos ácidos (pH3), los gases dejan de ser adsorbidos. La vida útil del biofiltro puede ser extendida adicionando cal al suelo.

La permeabilidad del suelo al pasaje de gases depende tanto de la distribución del tamaño de los poros como de la distribución del tamaño de las partículas. Los gases tienden a pasar a través de los poros grandes mientras que los poros pequeños y los puntos de contacto entre las partículas retienen el agua.

La permeabilidad del suelo al pasaje de gases, por unidad de volumen, es menor que la permeabilidad de los adsorbentes sintéticos. Esto no representa un problema porque usando suelo como material adsorbente, se pueden usar económica y fácilmente grandes volúmenes y superficies. A pesar de que serían necesarias áreas extensas de biofiltración, estas superficies se pueden aprovechar para estacionamiento de vehículos, almacenamiento de materiales u otras actividades que no requieran superficies selladas.

Si no se dispone de un terreno de superficie adecuada, se pueda hacer pasar el gas que se desea tratar a través de biofiltros superpuestos o torres rellenas de suelo. De esta manera se obtiene el tiempo de residencia necesario para la oxidación de los gases.

La Interrupción del pasaje del gas a través del biofiltro no va a afectar su desempeño una vez reiniciada su operación. La temperatura del suelo (que corresponde a la temperatura del gas que se está depurando) debe ser adecuada para la actividad de los microorganismos (entre 10° y 60°C aproximadamente). Los gases a altas temperaturas deben ser rociados con agua.

No se debe omitir los beneficios que se obtienen cuando se eliminan los olores característicos de las actividades industriales. Cuando estos olores son eliminados, las propiedades que circundan a las industrias se valorizan mucho, compensando los costos de tratamientos de gases.

En relación a los costos de este sistema de tratamiento de gases, como la biofiltración es de uso reciente, sus costos se conocen sólo aproximadamente.

En la figura 2 se comparan los costos de la construcción de biofiltros con otros sistemas. No se consideran los costos del ventilador y los ductos necesarios para conducir los gases hacia el biofiltro, ya que estos equipos son necesarios en cualquier sistema de tratamiento de gases. Tampoco se consideran los costos de operación del biofiltro aunque estos costos son muy bajos si se comparan con los de otros sistemas de tratamiento de gases.

Se estima un consumo energético de $0,4 \text{ W M}^3/\text{h}$ necesario para transportar el gas a través del biofiltro.

Los biofiltros son muy eficientes en el tratamiento de muchos gases. Esta altísima eficiencia es necesaria para eliminar los olores que dichos gases provocan.

Los biofiltros remueven:

- 99,9 % de los gases biodegradables, como: cetonas, aldehidos, ácidos orgánicos, aminas, etc.
- 99 % de los gases inorgánicos, como: SO_2 , NO_x , NH_3 , y H_2S .
- 90 % de los gases de difícil adsorción y lenta oxidación, como:
 - monóxido de carbono y propano.

Algunos ejemplos de la aplicación exitosa de biofiltros son: tostado de café, procesamiento de tabaco, rendering, producción de harina de pescado, almacenamiento de productos químicos, mataderos, manufactura de productos químicos, rellenos sanitarios, compostaje de residuos sólidos, plantas de tratamiento de efluentes líquidos, saneamiento, fundición de hierro, fritura de alimentos, perfumería, alimento para mascotas y producción de adhesivos.

LOS BIOFILTROS NO CONTAMINAN EL AMBIENTE

La biofiltración de gases no contamina el agua ni el suelo.

Suponiendo que se desee operar un biofiltro 40 hs. semanalmente para tratar un gas que contiene 1000 ppm de productos contaminantes, la acumulación anual de materia orgánica resultante en el suelo será de $0,2 \text{ kgs}/\text{m}^2$. Este valor es despreciable si se lo compara con los $5 - 10 \text{ kgs}/\text{m}^2$ de materia orgánica que anualmente se acumulan en el suelo como resultado de procesos naturales.

El factor que limita la descomposición de residuos sólidos y líquidos en el suelo es la disponibilidad de oxígeno, ya que el único oxígeno disponible es el atmosférico y éste tiene que difundir desde la superficie hacia el interior del suelo. En cambio los gases, en un

biofiltro, contienen oxígeno en exceso.

En comparación con las cargas elevadas de residuos líquidos y sólidos que se aplican sobre el suelo, el biofiltro sólo puede adsorber los contaminantes gaseosos hasta un límite. Cualquier exceso será descargado a la atmósfera en lugar de contaminar el agua subterránea o el suelo.

A pesar de que el exceso de gas no adsorbido por el suelo contaminará la atmósfera, este exceso de gas representa generalmente una pequeña fracción del volumen de gas inicial.

Los gases se dispersan en el suelo más que los residuos líquidos y sólidos. Esta mayor dispersión facilita la adsorción y oxidación de los productos contaminantes.

DESCARGAS ACCIDENTALES DE GASES TOXICOS

Los efectos de descargas accidentales de gases tóxicos pueden ser minimizados a través del uso de biofiltros para la contención de gases. De esta manera los efectos de los escapes accidentales de dioxina en Seveso (Italia) e isocianato de metilo en Bhopal (India) no hubiesen tenido consecuencias tan desastrosas.

El suelo es el medio más adecuado para la descarga de residuos gaseosos. En comparación con el agua, como medio receptor de residuos, el suelo tiene una gran superficie de adsorción y catálisis, oxígeno disponible y una enorme población de microorganismos capaces de oxidar estos residuos. En comparación con el aire, el suelo posee una superficie de reacción, población de microorganismos y agua.

A pesar de que el suelo no puede ser considerado una barrera perfecta para la contención de gases tóxicos, un biofiltro puede retener estos gases mientras no se

toman las medidas para el tratamiento o la extracción de estos residuos, en caso de que esto sea necesario.

Durante una descarga accidental de gases, los productos que no sean adsorbidos y oxidados por el filtro de suelo pueden escapar a la atmósfera pero lo harán lentamente y en pequeña cantidad.

Aún en el caso de que las sustancias tóxicas adsorbidas en el filtro de suelo migren hacia los cursos de agua subterráneos, su movimiento a través del suelo es lento y controlable.

A pesar de que los productos orgánicos halogenados sólo se oxidan lentamente en el suelo, su oxidación es más rápida que en el aire o en el agua. Mientras tanto, los compuestos halogenados, no entran en contacto con el agua o aire, donde serían rápidamente dispersados y entrarían rápidamente en contacto con las personas y otros organismos vivos.

REFERENCIAS

- 1) Bohn H. y Bohn R. "Soil Beds Weed Out Air Pollutants". *Chemical Engineering*, April 25 1988, 73 - 76.
- 2) Valentin, Fred H H. "Making Chemical Process Plants Odor Free". *Chemical Engineering*, January 1990, 112 - 119
- 3) Bohn, Hinrich. "Consider Biofiltration for Decontaminating Gases". *Chemical Engineering Progress*, April 1992, 34 - 40
- 4) Gero Leson y Arthur Winer. "Biofiltration: An Innovative Air Pollution Control Technology for VOC Emissions". *Journal of the Air Waste Management Association* 41 (8), 1045 - 1054 (1991).



TINTAS Y POMADAS PARA CUEROS - CERAS PARA PISOS
CERAS ESPECIALES PARA INDUSTRIA
VENTA DE IMPORTACION
COLORANTES - CERAS - GOMA LACA
PARAFINA - RESINA FUMARICA

Cno. Corrales 2863

Tels. 58 54 68 - 58 02 42

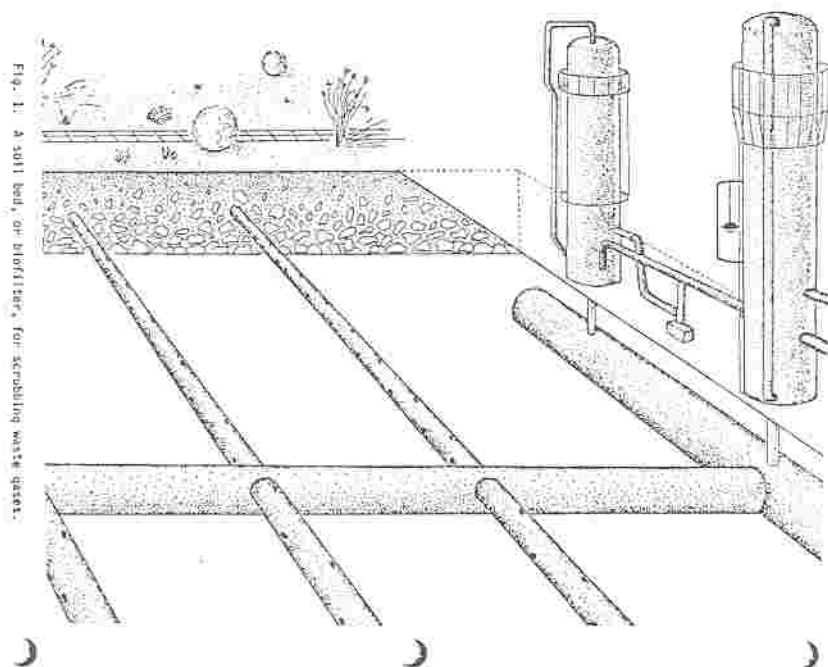


Fig. 1. A soil bed, or biofilter, for scrubbing waste gases.

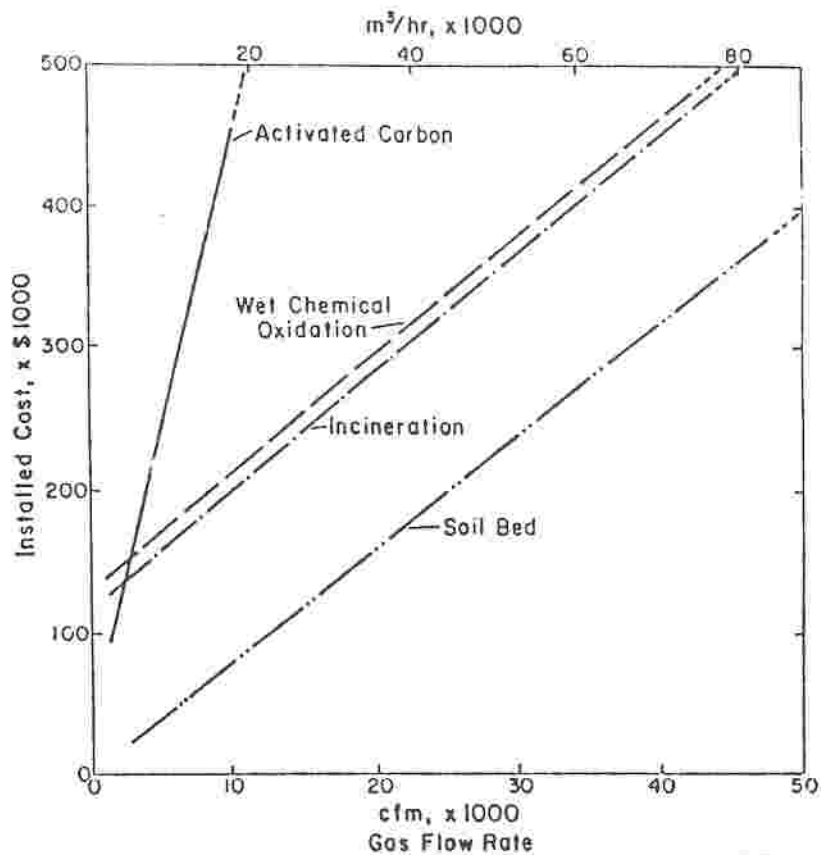


Fig. 2. Initial equipment costs of four air scrubbing methods.