



Hoja de Datos de Tecnología de Contaminación del Aire



1. **Nombre de la Tecnología:** Depurador de Orificio

Este tipo de tecnología es una parte del grupo de controles para la contaminación del aire llamados colectivamente “depuradores en húmedo.” Los depuradores de orificio también son conocidos como depuradores por aspersión auto-inducidos, depuradores por aspersión inducidos por gas, y depuradores por arrastre.

2. **Tipo de Tecnología:** Remoción de contaminantes del aire por interceptación por inercia y difusión.

3. **Contaminantes Aplicables:**

Los depuradores de orificio se usan principalmente para el control de materia particulada (MP), incluyendo la MP menor o igual a 10 micras (μm) de diámetro aerodinámico (MP_{10}), materia particulada menor o igual a 2.5 μm de diámetro aerodinámico ($\text{MP}_{2.5}$), y disminuyendo hasta la MP con un diámetro aerodinámico de aproximadamente 2 μm (Ref. *Avallone*, 1996).

4. **Límites de Emisión Alcanzables/Reducciones:**

Las eficiencias de recolección de los depuradores de orificio varían del 80 al 99 por ciento, dependiendo de la aplicación y el diseño del depurador. Este tipo de depurador se basa casi exclusivamente en la interceptación por inercia y difusión para la recolección de la MP. Algunos depuradores de orificio son diseñados con orificios ajustables para controlar la velocidad de la corriente de gas (Ref. *Josephs*, 1999; *Corbitt*, 1990; *U.S. Environmental Protection Agency - EPA*, la Agencia de Protección Ambiental en EE.UU., 1998; *Cooper*, 1994).

5. **Tipo de Fuente Aplicable:** Punto (Puntual en México)

6. **Aplicaciones Industriales Típicas:**

Los depuradores de orificio son usados en aplicaciones industriales incluyendo el procesamiento y embalaje de alimentos (cereales, harina, sal, azúcar, etc.); procesamiento y embalaje de productos farmacéuticos; y la manufactura de productos químicos, caucho, plásticos, cerámica, y fertilizantes. Los procesos controlados incluyen las secadoras, cocedoras, operaciones de triturado y molido, aspersión (recubrimiento de píldoras y barniz de cerámica), ventilación (respiraderos de recipientes, operaciones de vaciado) y manejo de materiales

(estaciones de transferencia, mezclado, vaciado, embalaje). Los depuradores de orificio pueden ser construídos como unidades de alta energía, pero la mayoría de los dispositivos son diseñados para servicio de baja energía. (Ref. *American Air Filter International, AFF*, 1999; *Perry*, 1984).

7. Características de la Corriente de Emisión:

- a. **Flujo de Aire:** Las velocidades del flujo de gas típicas para un depurador de orificio son de 0.47 a 24 metros cúbicos a condiciones estándares por segundo (m^3/s) (1,000 a 50,000 pies cúbicos a condiciones estándares por minuto (*scfm*)) (Ref. *AAF*, 1998).
- b. **Temperatura:** En general, los depuradores de orificio pueden operar a temperaturas hasta aproximadamente 150°C (300°F) (Ref. *Josephs*, 1999).
- c. **Carga de Contaminantes:** Los depuradores de orificio pueden aceptar flujos residuales con cargas hasta 23 gramos por metro cúbico a condiciones estándares (g/m^3), o 10 granos por pie cúbico a condiciones estándares (*gr/scf*). Sin embargo, pueden aceptarse cargas más altas con una pre-limpieza.(Ref. *Josephs*, 1999).

8. Requisitos de Pre-tratamiento de la Corriente de Emisión:

Los depuradores de orificio generalmente no requieren de una pre-limpieza, a menos que el gas de desecho contenga piezas grandes de desperdicios. El pre-enfriamiento puede hacerse necesario para los flujos de gas de desecho a alta temperatura que aumenten la evaporación del líquido depurador (Ref. *Josephs*, 1999).

9. Información de Costos:

Los siguientes datos son los rangos de costo (expresados en dólares del cuarto trimestre de 1995) para los depuradores de orificio en húmedo de diseño convencional bajo condiciones típicas de operación, adaptados a partir de los formatos para estimación de costos de la *EPA* (Ref. *EPA*, 1996) y referidos a la proporción del flujo volumétrico de la corriente de desecho tratada. Para el propósito de calcular el ejemplo de efectividad de costo, el contaminante se supone como materia particulada a una carga de aproximadamente $7 g/m^3$ (*3 gr/scf*). Los costos no incluyen los costos de pos-tratamiento o desecho del solvente usado o residuo.

Los costos pueden ser más altos que en los rangos mostrados para aplicaciones que requieren materiales costosos, solventes, o métodos de tratamiento. Como regla, las unidades más pequeñas controlando un flujo residual de baja concentración serán mucho más costosas (por unidad de proporción de flujo volumétrico) que una unidad grande limpiando un flujo con una carga alta de contaminantes (Ref. *EPA*, 1996).

- a. **Costo de Capital:** \$10,000 a \$36,000 por m^3/s , (\$5.00 a \$17 por *scfm*)
- b. **Costo de Operación y Mantenimiento:** \$8,000 a 149,000 por m^3/s , (\$3.80 a \$70) por

scfm), anualmente

- c. **Costo Anualizado:** \$9,500 a \$154,000 por m^3/s , (\$4.50 a \$73 por *scfm*), anualmente
- d. **Efectividad de Costo:** \$88 a \$1,400 por tonelada métrica (\$80 a \$1,300 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

10. Teoría de Operación:

Los depuradores de orificio forman una categoría de depuradores por aspersión atomizados por gas en los cuales un tubo o un ducto de alguna otra configuración forma la zona de contacto entre el gas y el líquido. La corriente de gas cargada de partículas es forzada a pasar sobre la superficie de una piletta de líquido depurador a alta velocidad, arrastrandola como gotas a medida que entra en un orificio. La corriente de gas que fluye a través del orificio atomiza las gotas de líquido arrastradas esencialmente en la misma manera que un depurador tipo venturi. A medida que la velocidad y la turbulencia del gas aumenta con el paso del gas a través del orificio angosto, la interacción entre la MP y las gotas de líquido atomizadas también aumenta. Enseguida, la materia particulada y las gotas son entonces removidas de la corriente de gas por impacción sobre una serie de deflectores que la corriente de gas encuentra después de salir del orificio. El líquido y la MP recolectados se drenan de vuelta desde los deflectores hacia la piletta de líquido debajo del orificio (Ref. *Perry*, 1984; *EPA*, 1998).

El líquido depurador es alimentado dentro de la reserva al fondo del depurador y más tarde es re-circulado desde los deflectores de separación del arrastre por medio de gravedad en vez de ser circulado por medio de una bomba tal como en los depuradores tipo venturi. Muchos dispositivos que usan ductos con interruptores automáticos de varias configuraciones son ofrecidos comercialmente. La ventaja principal de este depurador es la eliminación de una bomba para la recirculación del líquido depurador (Ref. *Perry*, 1984; *EPA*, 1998).

11. Ventajas/Pros:

Las ventajas de los depuradores de orificio incluyen (Ref. *Cooper*, 1994):

1. Pueden manejar polvos inflamables y explosivos con poco riesgo;
2. Pueden manejar neblinas;
3. Una proporción relativamente baja de recirculación del agua;
4. La eficiencia de recolección puede ser variada;
5. Proporciona enfriamiento para los gases calientes; y
6. Los gases corrosivos y polvos pueden ser neutralizados.

12.. Desventajas/Contras:

Las desventajas de los depuradores de orificio incluyen (Ref. *Perry*, 1984; *Cooper*, 1994):

1. El líquido efluente puede crear problemas de contaminación del agua;
2. El producto residual se recolecta en húmedo;
3. Alta posibilidad para problemas de corrosión;
4. Se requiere protección contra el congelamiento;
5. El gas de escape puede requerir recalentamiento para evitar una pluma visible;
6. La MP recolectada puede estar contaminada, y puede no ser reciclable; y
7. La disposición de residuo fangoso puede ser muy costosa.

13. Otras Consideraciones:

Para las aplicaciones con MP, los depuradores en húmedo generan residuos en forma de una pasta aguada o fango húmedo. Esto crea la necesidad tanto del tratamiento de aguas residuales como de la disposición de residuos sólidos. Inicialmente, la pasta aguada es tratada para separar el residuo tóxico del agua. El agua tratada puede entonces ser reutilizada o descargada. Una vez que el agua es removida, el residuo remanente estará en forma de sólido o de pasta aguada. Si el residuo sólido es inerte y no tóxico, por lo general puede ser desechado en un relleno sanitario. Los residuos tóxicos tendrán procedimientos más estrictos para su disposición. En algunos casos el residuo sólido puede tener valor y puede ser vendido o reciclado (Ref. *EPA*, 1998).

Los depuradores de orificio suelen tener bajas demandas de líquido, puesto que usan el mismo líquido depurador por períodos extensos de tiempo. Debido a que los depuradores de orificio son relativamente sencillos en diseño y por lo general contienen pocas partes móviles, la mayor preocupación por mantenimiento es la remoción del fango que se acumula al fondo del depurador. Los depuradores de orificio raramente se drenan continuamente del fondo porque una reserva estática de líquido depurador se necesita a toda hora. Por lo tanto, el fango se remueve por lo general por medio de un expulsor de fango que opera como una cinta transportadora. A medida que el fango se asienta al fondo del depurador, cae encima del espulsador y es transportada hacia arriba y fuera del depurador (Ref. *EPA*, 1998).

Los depuradores de orificio son relativamente sencillos en diseño y suelen tener pocas partes móviles, aparte de un ventilador y posiblemente un expulsor automático de fango (Ref. *EPA*, 1998; *AAF*, 1999).

14. Referencias:

AAF, 1999. *AAF International*, web site <http://www.aafintl.com>, accessed May 19, 1999.

Cooper, 1994. David Cooper and F. Alley, *Air Pollution Control: A Design Approach*, 2nd Edition, Waveland Press, Prospect Heights, IL, 1994.

Corbitt, 1990. *Standard Handbook of Environmental Engineering*, edited by Robert A. Corbitt, McGraw-Hill, New York, NY, 1990.

EPA, 1996. U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, "OAQPS Control Cost Manual," Fifth Edition, EPA 453/B-96-001, Research Triangle Park, NC February.

EPA, 1998. U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, "Stationary Source Control Techniques Document for Fine Particulate Matter," EPA-452/R-97-001, Research Triangle Park, NC, October.

Josephs, 1999. Dan Josephs, Wet Equipment Product Manager, AAF International, (502) 637-0313, personal communication with Eric Albright, May 21 and 25, 1999.

Perry, 1984. "Perry's Chemical Engineers' Handbook," edited by Robert Perry and Don Green, 6th Edition, McGraw-Hill, New York, NY, 1984.