



Hoja de Datos de Tecnología de Contaminación del Aire



1. Nombre de la Tecnología: Depurador por Condensación

Este tipo de tecnología es una parte del grupo de controles para los contaminantes del aire llamados colectivamente “depuradores en húmedo.”

2. Tipo de Tecnología: Remoción de contaminantes por el uso de la condensación para aumentar el tamaño de las partículas de contaminante, seguida por interceptación inercial.

3. Contaminantes Aplicables:

Los depuradores por condensación están típicamente destinados para el control de la materia particulada (MP) fina con un diámetro aerodinámico de aproximadamente entre 0.25 y 1.0 micras (μm)(Ref. *Sun*, 1994).

4. Límites de Emisión Alcanzables/Reducciones:

Las eficiencias de recolección más grande del 99 por ciento han sido reportadas para las emisiones de particulados, basadas en resultados de estudios (Ref. *Sun*, 1994).

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

6. Aplicaciones Industriales Típicas:

Los depuradores por condensación están destinados para uso en el control de las corrientes de gas-residual que contienen MP fina, y están diseñados específicamente para capturar la MP fina la cual ha escapado de un dispositivo de control primario para MP. La tecnología es adecuada para ambas instalaciones nuevas o renovadas. Los sistemas de depuración por condensación son una tecnología relativamente nueva y por lo general todavía no están disponibles comercialmente (Ref. *Sun*, 1994; *Environmental Protection Agency - EPA*, la agencia de protección del ambiental en EE. UU., 1998; *McMurry*, 1999).

7. Características de la Corriente de Emisión:

a. Flujo de Aire: Los flujos de aire típicos son del orden de 10 metros cúbicos a

condiciones estándares por segundo (m^3/s) o 21,000 pies cúbicos a condiciones estándares por minuto (*scfm*) (Ref. Sun, 1994).

- b. Temperatura:** El gas de desecho entrando a un depurador por condensación es generalmente enfriado hasta condiciones de saturación, aproximadamente 20 a 26°C (68 a 78°F) (Ref. Sun, 1994).
- c. Carga de Contaminantes:** La carga de contaminantes depende de la efectividad de control para la MP del sistema de control primario para MP. La MP fina puede, en ciertos casos, comprender hasta un 90 por ciento de la masa total de las emisiones de MP de una fuente de combustión, y muchas tecnologías de control primarias tienen eficiencias de recolección relativamente bajas para MP fina (Ref. Sun, 1994).
- d. Otras Consideraciones:** La fracción fina de las emisiones de MP provenientes de una fuente de combustión con frecuencia contienen cadmio y otros metales. El uso de un depurador por condensación para capturar la fina MP puede proporcionar un método efectivo de reducción de la emisión de metales (Ref. Sun, 1994).

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

Para el control de MP proveniente de fuentes de combustión, el gas de escape entra a una área de coagulación (por ejemplo, un sistema de ductos, una cámara, o un ciclón) para reducir el número de partículas ultra fina, y enseguida a un acondicionador de gases para enfriar el gas hasta una temperatura y un estado de saturación convenientes. Esto generalmente se logra por medio de un intercambiador de calor por recuperación de calor de desecho para reducir la temperatura del gas de escape o rociando agua directamente dentro de la corriente de gas caliente de escape. Por lo general no es ni práctico ni efectivo en costo enfriar los gases de escape a temperaturas por debajo de los valores del ambiente. Los depuradores por condensación están generalmente indicados para ser usados corriente abajo de otro depurador (por ejemplo, un depurador tipo venturi) que ya haya removido la MP $>1.0 \mu m$ de diámetro aerodinámico (Ref. Sun, 1994).

9. Información de Costos:

A continuación se proporciona la información sobre el costo (expresado en dólares del cuarto trimestre de 1993) de readaptar un sistema de depuración existente con un depurador por condensación bajo condiciones típicas de operación, adaptado a partir de los formatos para estimación de costos de la EPA (Ref. EPA, 1996) y referidos a la velocidad del flujo volumétrico de la corriente de desecho tratada. Para el propósito de calcular el ejemplo de efectividad de costo, el contaminante es MP a una carga de aproximadamente 7 gramos por metro cúbico a condiciones estándares (g/m^3) o 3 granos por pie cúbico a condiciones estándares (gr/scf). Los costos no incluyen los costos para el pre-tratamiento o desecho del solvente usado o residuo (Ref. Sun, 1994).

- a. Costo de Capital:** \$13,000 por m^3/s , (\$6.00 por *scfm*)

- b. Costo de operación y Mantenimiento:** \$5,300 por m^3/s , (\$2.50 por *scfm*), anualmente
- c. Costo Anualizado:** \$7,000 por m^3/s , (\$3.40 por *scfm*), anualmente
- d. Efectividad de Costo:** \$65 por tonelada métrica (\$59 por tonelada corta), costo anualizado por tonelada por año de contaminante controlado.

10. Teoría de Operación:

La depuración por condensación es un avance relativamente reciente en la tecnología de depuración en húmedo. La mayoría de los depuradores convencionales se atienen a los mecanismos de impacción y difusión para lograr el contacto entre la MP y las gotas de líquido. En un depurador por condensación, la MP actúa como núcleos de condensación para la formación de gotas. Generalmente, la depuración por condensación depende primero de establecer condiciones de saturación en la corriente de gas. En cuanto la saturación sea lograda, se inyecta vapor en la corriente de gas. El vapor crea una condición de super-saturación y conduce a la condensación de agua sobre la MP fina en la corriente de gas. Enseguida, las gotas condensadas grandes son removidas por uno de los varios dispositivos convencionales, tales como un eliminador de neblina de alta eficiencia (Ref. EPA, 1998).

11. Ventajas/Pros:

1. Las ventajas de los depuradores por condensación incluyen (Ref. Cooper, 1994):
2. Capacidad para manejar polvos inflamables y explosivos con poco riesgo.
3. Capacidad para manejar MP fina
4. La eficiencia de recolección puede ser variada; y
5. Los gases corrosivos y polvo pueden ser neutralizados.

12. Desventajas/Contras:

Las desventajas de los depuradores por condensación incluyen (Ref. Perry, 1984, Cooper, 1994):

1. El líquido efluente puede crear problemas de contaminación del agua;
2. El producto de desecho se recolecta en húmedo;
3. Alto potencial para problemas de corrosión;
4. Se requiere protección contra el congelamiento;

5. El gas de salida puede requerir recalentamiento para evitar una pluma visible;
6. El material particulado recolectado puede estar contaminado, y puede no ser reciclable; y
7. La disposición de residuo fangoso puede ser muy costoso.

13. Otras consideraciones:

Para las aplicaciones con MP, los depuradores en húmedo generan residuos en forma de pasta aguada. 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 licor. 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).

14. Referencias:

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

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.

McMurry, 1999. Peter McMurry, University of Minnesota, Department of Mechanical Engineering, (612) 624-2817, personal communication with Eric Albright, May 25, 1999.

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

Sun, 1994. Jinjun Sun, Benjamin Liu, Peter McMurry, and Stephen Greenwood, "A Method to Increase Control Efficiencies of Wet Scrubbers for Submicron Particles and Particulate Metals," J. Air & Waste Management Association, 44:2, February 1994.