

# Tratamiento de las emisiones en los procesos de impresión

*El siguiente artículo describe dos ejemplos de instalaciones para el tratamiento de las emisiones atmosféricas derivadas de los procesos de impresión, realizadas en dos fábricas de un mismo cliente. En cada una de ellas se utilizó una tecnología diferente: recuperación de disolventes y tratamientos térmicos. El primer caso es un ejemplo de como el tratamiento de las emisiones puede incluir además un interesante aspecto económico, al permitir recuperar el disolvente empleado en el proceso productivo. Ambas han sido realizadas por la firma Brofind, representada en España por Prodesa mediante contrato licencia, para el desarrollo y comercialización de sistemas para el tratamiento de COVs en emisiones atmosféricas, aplicando la tecnología más adecuada para cada proceso industrial.*

## Recuperación de disolventes. Descripción del proceso

Este proceso está basado en la utilización de un carbón activo ACFIND adecuado, cuyas propiedades físico-químicas permiten la adsorción de los disolventes contenidos en el aire proveniente del secado del film impreso. De este modo, el aire a tratar atraviesa una serie de lechos de adsorción, es depurado y enviado a la atmósfera. De forma cíclica y a contracorriente, un caudal de nitrógeno atraviesa un lecho de carbón activo (fase de regeneración) y desorbe del carbón los disolventes retenidos, dando origen a una mezcla que, una vez condensada y enfriada, se envía a un proceso de destilación para la recuperación de los principales componentes utilizados.

El proceso de adsorción está fuertemente influenciado por la temperatura, por este motivo el aire a tratar, además de pasar por un proceso de prefiltración para evitar riesgos de obstrucción, debe mantenerse a una temperatura próxima a los 35 °C.

### Descripción de la instalación

El aire contaminado con disolventes procedente de la máquina de impresión con un temperatura próxima a los 55 °C, es aspirado y enviado a una sec-



Tecnología de recuperación de disolventes

ción de filtración que elimina la presencia de posibles partículas para, a continuación, pasar a través de una sección de enfriamiento donde se alcanza una temperatura de 35 °C. El caudal aspirado está regulado por variadores de frecuencia, conectados a un sistema de control de la depresión en el conducto de aspiración principal.

El caudal de aire pasa a continuación a través de los lechos de adsorción que continene el carbón activo: de los n lechos, n-1 están en adsorción, mientras uno de ellos está en fase de regeneración con nitrógeno. El aire depurado a la salida de los lechos es enviado a la atmósfera a través de una chimenea única donde un analizador FID controla en continuo la calidad de la depuración, mientras la mezcla de disolventes/nitrógeno obtenida en la fase de regeneración se lleva a un primer separador y a continuación a una sección de destilación que opera en varias etapas.

La regeneración viene precedida por una fase previa de inertización (para evitar riesgos de incendio) con un control de nivel de oxígeno en el lecho mediante un analizador paramagnético y de una fase posterior de eliminación de la humedad contenida en el carbón activo (adsorbida en la fase precedente del mismo aire de proceso), de modo que se reduzca al mínimo el contenido de agua en los disolventes recuperados, alcanzándose valores <1% tras la recuperación y llegando a valores <0,1% tras la posterior sección de destilación.

El funcionamiento de la instalación está completamente automatizado, mediante un cuadro eléctrico de control, donde además de los diferentes elementos de comunicación con los instrumentos de campo, está instalado el PLC para la gestión de la lógica de operación. El mismo PLC está conectado a una estación de operación que dispone de un

sistema de supervisión con páginas gráficas, desde el que es posible el control a distancia de la instalación.

Los ciclos de regeneración de los adsorbedores pueden ser gestionados por el operador en diferentes modos de operación, en función de las exigencias:

- Manual: La secuencia de apertura/cierre de las válvulas está gestionada por el operador mediante la activación de los símbolos representados en las páginas gráficas del sistema de supervisión.
- Semiautomática: Solamente el comando de puesta en servicio de los ciclos de regeneración está gestionado manualmente, mientras la secuencia de apertura/cierre de las válvulas trabaja en automático.
- Automático: La gestión de los comandos referentes a la regeneración ocurre sin ninguna intervención de los operadores en función de las variables programadas, como la concentración medida de disolvente a la entrada y a la salida de la instalación o el flujo de masa de disolvente adsorbido en cada lecho.

La eficiencia de depuración de esta tecnología permite garantizar valores de salida en chimenea <75 mgC/Nm<sup>3</sup>.

## Tratamientos térmicos

En la segunda fábrica del cliente, la utilización de tintas diluidas sobre una variada mezcla de disolventes en el proceso de impresión, en lugar de tintas con base monosolvente, implica que las emisiones gaseosas sean difícilmente tratables en sistemas de adsorción y posterior recuperación de disolventes, dificultando excesivamente la separación de los mismos y por tanto perdiendo la ventaja económica de la recuperación. Por este motivo se optó por los tratamientos térmicos.

Los datos del proyecto son los siguientes:

- Caudal: 50.000 Nm<sup>3</sup>/h
- Concentración COV: 5 - 8 g/Nm<sup>3</sup>
- Tipo COV: Varios

Las tecnologías disponibles adecuadas para esta aplicación son: instalaciones de oxidación catalítica, instalaciones de oxidación térmica recuperativa e instalaciones de oxidación térmica regenerativa.

#### Oxidación catalítica

La solución catalítica permite trabajar a bajas temperaturas de operación (300-350 °C), tiene un sencillo desarrollo de la instalación en cuanto a la selección de los materiales, y garantiza operar en régimen autotérmico en las condiciones de proyecto (a partir de 4 g/Nm<sup>3</sup> de disolventes). A pesar de ello, esta propuesta viene penalizada por el elevado costo de la carga del catalizador, que debe ser sustituido cada 3-4 años y presenta un costo del orden del 30% de la inversión. Además está presente cierto riesgo por el posible envenenamiento del catalizador por la presencia de determinadas sustancias como: siliconas, clorados, azufre, etc.

#### Oxidación térmica recuperativa

La selección de una instalación de oxidación térmica recuperativa requiere un consumo de combustible elevado. Considerando la instalación de un intercambiador de calor aire/aire para precalentamiento del gas a tratar hasta una temperatura de 450 °C, es necesario todavía aportar una cantidad considerable de energía a la cámara de combustión mediante el quemador. Con el aporte energético del quemador y de los disolventes presentes en el aire se alcanzará la temperatura de 800 °C necesaria para garantizar el correcto nivel de emisiones en chimenea.

Esta solución únicamente es justificable cuando es posible aprovechar la energía de los gases depurados. En el sector del embalaje flexible las necesidades de recuperación de calor son muy inferiores a las generadas por un sistema de este tipo, por lo que se estaría dispersando una gran cantidad de energía con los gases por la chimenea.

#### Oxidación térmica regenerativa

La instalación de oxidación térmica regenerativa resulta por tanto la solución técnica más adecuada para resolver todas las exigencias del proyecto. Además, siendo la concentración media de disolventes de 5 g/Nm<sup>3</sup> superior a la concentración mínima necesaria para garantizar el punto autotérmico de la instalación (2

g/Nm<sup>3</sup>), es posible recuperar una cantidad de energía significativa producida en la combustión de los disolventes.

### Descripción del proceso

Se trata de una instalación de oxidación térmica regenerativa de 5 torres. El flujo de aire proveniente de la línea productiva es aspirado mediante un ventilador y atraviesa en sentido ascendente las dos torres que contienen el material cerámico tipo nido de abejas precalentados durante el ciclo precedente. De este modo el caudal de aire se calienta hasta una temperatura próxima a la de reacción (750-800 °C en función de la naturaleza de los disolventes), gracias al intercambio térmico con la masa cerámica y a la combustión de los COVs. A continuación el flujo de aire pasa a la cámara de combustión donde permanece el tiempo necesario a la temperatura programada y controlada por un quemador auxiliar. Estas condiciones garantizan la completa oxidación de las sustancias orgánicas contenidas en las emisiones a tratar.

A la salida de la cámara de combustión los gases calientes y depurados atraviesan las otras dos torres en sentido descendente, cediendo el calor contenido y calentando por tanto el material cerámico contenido en su interior. La inversión del sentido de los flujos de aire se produce automáticamente, controlada por un software en función de la naturaleza y contenido de los gases a tratar, permitiendo recuperar el calor a las torres hasta las condiciones de partida. La presencia de una quinta torre permite mediante un circuito de purga, enviar el volumen de gas no depurado a la aspiración del ventilador, previamente al cambio de sentido de ciclo.

### Características del proyecto

**Material cerámico.** Como material cerámico para la recuperación de calor se ha utilizado un material en disposición de "nido de abejas", optimizando la superficie de intercambio. La gran superficie específica y la mayor eficiencia de recuperación de calor permiten reducir las pérdidas de carga y por tanto el consumo de energía eléctrica del ventilador, así como los volúmenes y pesos totales de la instalación.

**Válvulas de distribución.** Se trata de válvulas a tampón proyectadas y desarrolladas para garantizar una gran durabilidad y fiabilidad en la estanqueidad, así como un bajo mantenimiento.

**Torres.** Dado el caudal a tratar se decidió adoptar una solución a 5 torres que permite una mayor flexibilidad de tra-



Oxidador térmico regenerativo de 5 torres

bajo de cara a variaciones de caudal. Adicionalmente se garantiza una mayor turbulencia en la cámara, se emplean válvulas de proceso más pequeñas sometidas a menores esfuerzos, y permite realizar un lay out ligeramente más compacto.

**Recuperación de calor.** Gracias a la instalación de un hot by-pass que une la cámara de combustión y la chimenea se consigue evacuar el calor excedentario, y mediante un intercambiador, recuperar esa energía. En este caso se instaló un intercambiador para el calentamiento de aceite térmico con una capacidad mayor de 1.200 kWh, dimensionado en función del calor disponible con concentraciones de entrada de 5 g/Nm<sup>3</sup> de disolvente.

**Regulación de caudal aspirado.** Un control electrónico de la depresión instalado en el conducto de entrada al equipo permite regular, mediante un convertidor de frecuencia, la velocidad del ventilador y por tanto el caudal de aire aspirado en base a las características del proceso productivo.

**Supervisión de la instalación.** Un sofisticado sistema de supervisión, gestionado por un PC industrial, permite gestionar y visualizar mediante un scada las condiciones operativas del sistema. Además mediante la lectura de determinados parámetros es posible evaluar elementos como el rendimiento, consumos de los servicios, calor recuperado, etc.

**Analizador.** La instalación de un analizador FID permite controlar y registrar en continuo el valor de las emisiones tratadas y la concentración a la entrada del sistema, dato útil para evaluar rendimiento del calor recuperado.

**Eficiencia de depuración.** Siguiendo las más restrictivas directrices europeas, el sistema garantiza un valor máximo de contaminantes a la salida <20 mgC/Nm<sup>3</sup> (que con un ingreso de 5 g/Nm<sup>3</sup> corresponde a una eficiencia superior al 99,5%). En realidad el valor obtenido en la instalación es todavía mejor, situándose en el entorno de los 5 mgC/Nm<sup>3</sup>.