

DOCUMENTO TÉCNICO

Fundamentos de la extracción de humos en procesos de corte por láser

El polvo y los humos suspendidos en el aire que se generan durante los procesos de corte por láser pueden dañar tanto a los trabajadores como a los equipos si no se controlan adecuadamente. La maquinaria de corte por láser actual suele estar diseñada para permitir la instalación "plug and play" de equipos de recogida de humos. Sin embargo, la selección del sistema de recogida adecuado es una decisión con múltiples facetas. Este documento ayudará a facilitar el proceso de toma de decisiones mediante el examen de cinco áreas clave de interés: riesgos para la salud, peligros de incendio y explosión, consideraciones sobre el diseño del equipo, mantenimiento y factores operativos, y las ventajas de la recirculación de aire después del captador de humos.



*Por Ulf Persson,
Jefe de Producto de Captación de polvo para EMEA*

 **camfil**
AIR POLLUTION CONTROL

Fundamentos de la extracción de humos en procesos de corte por láser

El “humos” en suspensión que se genera durante el proceso de corte por láser es en realidad una nube de humos compuesta por partículas de polvo muy finas de menos de 1 μm que pueden ser absorbidas por los pulmones y perjudicar la salud de los trabajadores. También pueden infiltrarse en la maquinaria y la electrónica, causando otros costosos problemas. Estas partículas contaminantes pueden controlarse adecuadamente mediante sistemas de captación de polvo y humos de alta eficacia.

Afortunadamente, la maquinaria de corte por láser actual suele estar diseñada para permitir la instalación “plug and play” de equipos de captación de humos. Un buen captador de humos debe ser tan fiable como la iluminación de sus instalaciones: Debería poder encenderlo y no tener que pensar en ello, lo que le permitiría concentrarse en las personas, los procesos y los programas de producción.



Fabricación de piezas de chapa en una mesa láser.



Una pieza promocional de Camfil APC se fabrica en una mesa láser de 4 KW.

1. Riesgos para la salud

Se ha asociado una amplia gama de riesgos para la salud con los humos del corte por láser, y la naturaleza y gravedad del peligro variará según el tipo de material que se corte. Tanto si trabaja con acero dulce, aluminio, galvanizado u otro material, la hoja de datos de seguridad del material (MSDS) es un buen punto de partida para identificar los riesgos para la salud.

La OSHA (www.osha.org) ha establecido límites de exposición permisibles (PEL) basados en la media ponderada en el tiempo (TWA) de 8 horas para cientos de polvos, incluidos los numerosos polvos metálicos generados en el corte por láser. Entre los peores culpables se encuentran:

- **El cromo hexavalente** o **chromo hex** es una sustancia cancerígena que se produce al cortar acero inoxidable y otros metales que contienen cromo. La sobreexposición al cromo hexavalente puede provocar a corto plazo síntomas en las vías respiratorias superiores e irritaciones oculares o cutáneas. A largo plazo, el mayor peligro es el cáncer de pulmón. Otros efectos importantes para la salud son los daños en el sistema respiratorio superior y la dermatitis de contacto alérgica e irritante. Los problemas del tracto respiratorio pueden incluir daños por inhalación en las membranas mucosas, perforación del tejido del tabique entre las fosas nasales de la nariz y daños en los pulmones. Además, pueden producirse lesiones en los ojos, la piel, el hígado y los riñones.

Un trabajador expuesto al cromo hexavalente puede experimentar síntomas como irritación de los senos nasales, hemorragias nasales, úlceras estomacales y nasales, erupciones cutáneas, opresión en el pecho, respiración

sibilante y dificultad para respirar. El PEL actual de la OSHA para el cromo hexavalente es extremadamente estricto, de $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

- El **óxido de zinc** es un contaminante generado por el trabajo en caliente del acero galvanizado. La exposición puede provocar una afección conocida como “fiebre de los humos metálicos”, una enfermedad de corta duración en la que aparecen síntomas gripales después de una pausa en el trabajo, como un fin de semana o durante las vacaciones. Debido a la reacción retardada, a menudo se confunde con la gripe común y muchos casos no se diagnostican.
- El **manganeso**, presente en algunas aleaciones de acero, puede hacer que los trabajadores se sientan agotados, apáticos, débiles o con dolor de cabeza. La sobreexposición crónica a humos que contienen manganeso provoca una afección conocida como “manganismo”, que se caracteriza por problemas de salud neurológicos y neuroconductuales.
- Las **partículas de polvo** metálico generadas durante el corte irritan los ojos y pueden ser una de las principales causas de lesiones oculares en las fábricas.

Es imperativo conocer y seguir las directrices de exposición de la OSHA para estos y otros metales, especialmente cuando los trabajadores corren el riesgo de sufrir efectos sobre la salud a largo plazo. Pero a veces los trabajadores experimentan dolores de cabeza, síntomas de las vías respiratorias superiores o malestar general incluso cuando una instalación cumple las normas de la OSHA.

Cuando esto ocurre, puede ser necesario establecer límites de exposición aún más bajos para eliminar las quejas de los empleados. Un captador de humos de cartucho bien diseñado filtrará adecuadamente los contaminantes peligrosos para que los ambientes interiores sean más seguros y saludables.

2. Peligros de incendio y explosión

La prevención de incendios es un gran problema con los láseres debido a la materia prima y al uso de aceite potencialmente inflamable para su protección contra la corrosión. Además, los metales no oxidados y sus humos pueden ser combustibles y potencialmente explosivos. Las medidas de prevención deben incluir, como mínimo, la detección de incendios con un dispositivo de enclavamiento que apague el ventilador, un sistema de rociadores para extinguir el fuego, un apagachispas en los conductos del captador y materiales de filtración ignífugos.

El bloqueo del ventilador y el sistema de rociadores protegerán al captador de los daños causados por el fuego y a la fábrica de los daños causados por el humo. El apagachispas y los filtros ignífugos reducirán, pero no eliminarán, el riesgo de incendio. Es importante tener en cuenta que ningún apagachispas garantiza al cien por cien que no entre una chispa en el captador, y que el material ignífugo arderá igualmente si el polvo que contiene es combustible. No confíe en los apagachispas ni en las medias ignífugas como únicos controles contra incendios en los procesos en los que se manipulan chispas y que producen polvos combustibles. Si se determina que el polvo es explosivo, pueden ser necesarios sistemas más sofisticados de protección contra incendios y prevención de explosiones. Gran parte del polvo generado en el corte por láser es inerte y, por tanto, no supone un riesgo de explosión. Sin



El captador de polvo de ocho cartuchos captura los humos de corte por láser de una aplicación automatizada de corte de tubos.

embargo, hay situaciones en las que puede existir riesgo de polvo combustible. La única forma de saberlo con seguridad es comprobar la explosividad del polvo.

También será necesario un **análisis de los riesgos del polvo** para identificar toda la gama de riesgos de deflagración, incendio y explosión del polvo combustible específicos de la aplicación. Es necesario determinar los peligros asociados al polvo y las normas aplicables.

Para determinar si el polvo es explosivo o inflamable, se recomienda realizar un análisis de riesgos del polvo. Es responsabilidad de los usuarios analizar sus procesos y materiales y asegurarse de que trabajan de forma segura. Si se demuestra que el polvo es explosivo, la empresa debe elaborar un plan de protección contra explosiones y un documento de zonificación.

El punto de partida para ello es la Directiva de usuario ATEX 99/92/CE y las normas EN subyacentes. El plan de protección contra explosiones debe constituir la base de un lugar de trabajo seguro desde este punto de vista. Esto significa que cualquier equipo utilizado en un área zonificada debe cumplir la categoría de seguridad necesaria.

También la formación y las rutinas de los operarios deberán estar contempladas en el plan.

Además, la planta no deberá elaborar el plan una sola vez, sino que deberá ser un documento vivo que se actualice continuamente cuando sea necesario.

También es necesario mantener e inspeccionar los equipos para demostrar que siguen cumpliendo las normas durante su uso. Por ejemplo, Camfil ofrece una inspección de seguridad anual de todos los equipos relacionados con ella.

El tipo de captador de polvo, la protección contra explosiones y el aislamiento de conductos necesarios para cada aplicación variarán, por lo que debe realizarse un análisis de los riesgos del polvo para determinar los requisitos del sistema. Un ingeniero con conocimientos del proceso debe realizar la evaluación con el apoyo de los proveedores del captador de polvo y del control de protección.

3. Consideraciones sobre el diseño

El sistema debe diseñarse para capturar el polvo en su origen, transportarlo a través de conductos y recogerlo de forma segura en la tolva o el tambor de almacenamiento.

El dimensionado correcto es un paso fundamental. En ocasiones, el tamaño de un captador de humos es insuficiente para minimizar la inversión de capital. Se trata de un error común que a menudo aumenta los riesgos asociados a los polvos combustibles. Si el caudal de aire y la aspiración se ven comprometidos por un captador de tamaño insuficiente, el polvo combustible puede acumularse en los conductos. Si hay chispas, saltarán de la pila de polvo e irán de una a otra en el conducto hasta el captador, provocando un incendio. Si el polvo es explosivo, podría producirse un frente de llamas debido a una deflagración en el captador de polvo que se desplazaría por los conductos hasta el equipo de proceso. Un captador de polvo de tamaño insuficiente no funcionará como se espera y puede contribuir a riesgos imprevistos.



Captador de polvo compacto QS2 de la serie Quantum, diseñado específicamente para la captación de mesas láser individuales. Unidades disponibles en tres tamaños diferentes con volúmenes de aire de 1.500 a 5.500 m³/h.

El tamaño depende de varios factores: la potencia del láser; el tamaño de la mesa y si el área abierta está en una sección o dividida en zonas; el grosor y el tipo de material que se corta; la velocidad de corte y las horas de funcionamiento, incluido si se trata de un sistema programable de “apagado de luces” diseñado para funcionar por la noche.

Escalas lineales: A medida que el pórtico de un láser se desplaza por los raíles, toma lecturas posicionales de las escalas lineales. Normalmente, estas escalas están cubiertas por fuelles ajustables en forma de acordeón. Si el polvo no se controla adecuadamente, puede penetrar por debajo de los fuelles y depositarse en las escalas, impidiendo que el pórtico realice lecturas precisas. El resultado es un tiempo de inactividad no deseado para que los operarios desmonten los fuelles y limpien las básculas. El equipo de captación de humos debe diseñarse adecuadamente para extraer el polvo antes de que pueda abrirse camino por debajo de los fuelles.

Corte por láser de CO2 frente a corte por láser de fibra: En el corte por láser de CO2, los láseres suelen tener la parte superior abierta. Sin embargo, a medida que la industria avanza hacia los láseres de fibra, las cubiertas totalmente cerradas que se utilizan con esta tecnología son cada vez más frecuentes. La parte superior cerrada afecta potencialmente a la turbulencia del aire y el humo en el recinto y a la capacidad de capturar humos y polvo. El polvo del láser de fibra en sí es diferente, así como la envolvente.

Siempre que el captador esté situado en el interior, debe incorporarse al sistema un control adecuado del ruido. Un silenciador de escape reducirá el nivel de ruido y, a menudo, puede personalizarse para satisfacer distintas necesidades.

Media filtrante: El corte por láser produce polvo con baja densidad aparente y partículas de pequeño tamaño (es decir, inferiores a 1 μm). Para filtrar eficazmente este polvo, se recomiendan filtros de nanofibras de larga duración con propiedades ignífugas. Cuando se aplica una capa de nanofibras sobre la media filtrante base, el revestimiento de nanofibras favorece la carga superficial del polvo fino, impidiendo que el polvo penetre profundamente en la media base. Esto se traduce en una mejor liberación del polvo durante los ciclos de limpieza y menores valores de pérdida de carga a lo largo de la vida útil del filtro, lo que deriva en una mayor durabilidad, un mejor rendimiento energético y una mayor resistencia al desgaste.

Función de diseño: A veces, un taller adquiere una mesa láser para cortar acero dulce y luego la utiliza para cortar otros metales que pueden presentar riesgos explosivos o biológicos diferentes, o incluso para cortar madera o acrílico, lo que podría crear un riesgo de incendio o atascar los filtros porque el sistema de captación de humos no está diseñado para manipular esos materiales.



Un captador Farr Gold Series® de 20 cartuchos captura los humos de tres máquinas de corte por láser.



Siempre deben utilizarse medias filtrantes ignífugas en los equipos de eliminación de humos para aplicaciones de corte por láser.

4. Factores de mantenimiento y explotación

Un captador de humos bien diseñado y dimensionado permite reducir al mínimo el mantenimiento. La única intervención del operario debe ser el cambio ocasional de los ajustes de presión de limpieza por impulsos a medida que los filtros se desgastan, y la sustitución eventual de los filtros cuando la presión diferencial a través del sistema alcanza el nivel máximo especificado por el fabricante del filtro. Esto es muy importante para garantizar que los filtros controlan eficazmente el polvo y los humos.

Ubicación del captador: Como se ha indicado anteriormente, la mayoría de los láseres disponen de soluciones de captación de polvo “plug and play” para facilitar una puesta en marcha rentable. Estos captadores suelen ubicarse en interiores. Cuando el captador se diseña para ser operado y mantenido “desde la cara”, es decir, desde una superficie, puede colocarse más fácilmente en una esquina estrecha o entre columnas para resolver las limitaciones de espacio. Otra solución es una entreplanta estructural que salva la mesa láser. La entreplanta puede alojar el captador de humos, el resonador láser y el refrigerador, lo que abre espacio en el suelo y consolida todo el soporte del láser en una plataforma limpia, segura y útil. Además de facilitar el acceso, el operario debe poder cambiar los filtros rápidamente sin necesidad de herramientas.

Aunque los captadores de interior ofrecen un menor coste inicial y una puesta en marcha más sencilla, es posible que desee sopesar las ventajas de ubicar el captador en el exterior. Un captador de alta calidad incorporará características como motores totalmente cerrados refrigerados por ventilador (TEFC) y pintura en polvo de alta resistencia, lo que permitirá su funcionamiento en el exterior incluso en entornos fríos y severos. Aunque la construcción de un captador exterior es más costosa, ahorra espacio en la fábrica y reduce los niveles de ruido, lo que constituye una excelente solución a largo plazo.

“Estacionamiento” del filtro: Un ventilador de un captador de humos suele estar diseñado para proporcionar el caudal de aire recomendado por el fabricante cuando un filtro está sucio o al final de su vida útil. Cuando los filtros están limpios, la presión inicial de arranque será muy baja y el caudal de aire será superior al deseado. El caudal de aire debe restringirse con una compuerta en el arranque a un volumen mínimo de aire necesario para capturar el humo. Si la compuerta se deja completamente abierta, el ventilador aspirará un caudal de aire superior al previsto. Esto desperdicia energía y puede hacer que los filtros se obstruyan prematuramente. Este problema puede evitarse ajustando la compuerta del ventilador para reducir el caudal de aire cuando los filtros son nuevos o utilizando un variador de frecuencia que gestione el caudal automáticamente.

Eliminación del polvo: La limpieza del polvo aspirado es una tarea de mantenimiento sencilla pero que a veces se pasa por alto. Si el polvo se acumula en la parte superior del tambor de almacenamiento, puede retroceder hasta la tolva y provocar un mal funcionamiento del captador. Alternativamente, el polvo desbordado puede caer al suelo al mover el tambor, creando un desorden inseguro y un posible riesgo de incendio.

Supervisión: Se recomienda la supervisión remota de la información crítica. Muchos proveedores de láser disponen de centros de diagnóstico centralizados donde pueden consultar y detectar problemas para los clientes. La supervisión del equipo de captación de humos puede vincularse a esta función o gestionarse de forma independiente a través de los nuevos sistemas de diagnóstico basados en la web. Estos sistemas pueden supervisar electrónicamente toda una red de captadores de humos y proporcionar alarmas automáticas de las condiciones de fallo en cuanto se producen, lo que le permite mantenerse conectado a la información vital tanto si está dentro como fuera del taller.

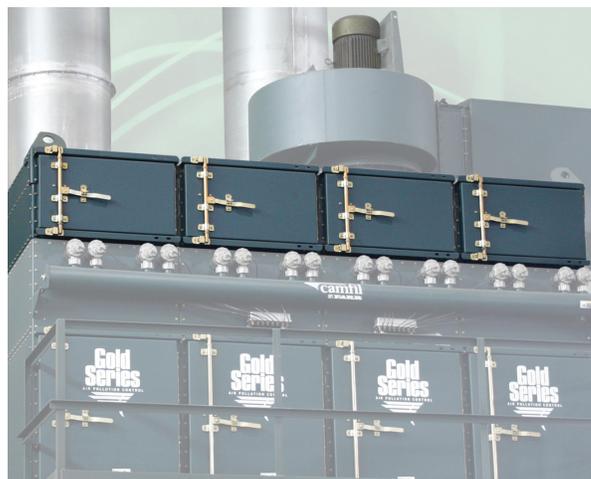
5. Recirculación del aire aguas abajo del captador de humos

La recirculación del aire es la mejor forma de ahorrar energía y maximizar el rendimiento de la inversión con un captador de humos. Al recircular el aire calentado o enfriado a través del edificio, se reduce la necesidad del costoso aire de reposición que se necesita cuando se ventila el aire al exterior después de que pase por el captador. Las instalaciones de todas las regiones registran ahorros energéticos anuales de cinco a seis cifras, siendo mayores en los climas septentrionales, donde los inviernos son más largos y fríos.

Es importante conocer la normativa local en materia de recirculación, ya que no está permitida en todos los países.

Cuando se recircula aire tras el captador, se recomienda instalar un módulo de postfiltro HEPA y, si está filtrando cromo hexavalente, acero galvanizado u otros polvos peligrosos, puede ser necesario.

En resumen, un captador de polvo y humos de alta eficacia puede reducir en gran medida o casi eliminar la exposición de los empleados a los contaminantes del aire generados durante el corte por láser, lo que se traduce en un entorno de trabajo más limpio y ecológico que mejora el confort y la confianza, aumenta la productividad y mejora la fiabilidad de la fabricación. Un sistema correctamente diseñado también reducirá los riesgos de incendio y de polvo combustible. Cuando se añade la recirculación de aire a la ecuación, se consigue la trífeca de cumplimiento, salud/seguridad y ahorro de energía.



Este módulo de postfiltro que ahorra espacio se integra en la parte superior del captador de humos. Proporciona protección de reserva en un sistema de recirculación de la captación

Referencias

- Directiva 99/92/CE de la UE - Riesgos derivados de atmósferas explosivas
- Guía no vinculante de buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 1999/92/CE "ATEX" (atmósferas explosivas) Directiva sobre el lugar de trabajo
- EN 60079-10-2 Clasificación de áreas - Atmósferas de polvo explosivo
- ISO 21904-1:2020 Salud y seguridad en la soldadura y procesos afines - Equipos de captación y separación de humos de soldadura - Parte 1. Requisitos generales: Parte 1: Requisitos generales
- <https://osha.europa.eu/en/themes/dangerous-substances/practical-tools-dangerous-substances/chromium-vi>
- Autoridades locales del entorno de trabajo
- Directiva 2019/1831 - Valores límite de exposición profesional indicativos
- Base de datos de sustancias GESTIS: www.dguv.de/ifa/gestis-database

Sobre el autor



Ulf Persson

Ulf Persson es el Director de Producto para soluciones de captación de polvo, humos y niebla en la región EMEA. Cuenta con más de 30 años de experiencia en filtración de aire y captación de polvo industrial y se incorporó a Camfil hace 15 años. En su puesto, Ulf desarrolla soluciones de captación específicas para cada aplicación, asesora a los clientes para determinar el equipo de captación de polvo adecuado y también trabaja como experto en seguridad y contención.

Camfil – líder mundial en filtración de aire y soluciones de aire limpio

Durante más de medio siglo, Camfil ha ayudado a las personas a respirar un aire más limpio. Como fabricante líder de soluciones de aire limpio de primera calidad, proporcionamos sistemas comerciales e industriales para la filtración y el control de la contaminación del aire que mejoran la productividad de los trabajadores y los equipos, minimizan el uso de energía y benefician a la salud humana y al medio ambiente.

Creemos firmemente que las mejores soluciones para nuestros clientes son también las mejores soluciones para nuestro planeta. Por eso, en cada paso del proceso, desde el diseño hasta la entrega y a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, tenemos en cuenta el impacto de lo que hacemos en las personas y en el mundo que nos rodea. A través de un nuevo enfoque para la resolución de problemas, un diseño innovador, un control preciso de los procesos y una fuerte orientación al cliente, nuestro objetivo es conservar más, utilizar menos y encontrar mejores maneras de que todos podamos respirar mejor.

El Grupo Camfil tiene su sede central en Estocolmo (Suecia) y cuenta con 30 plantas de fabricación, seis centros de I+D, oficinas de ventas locales en 35 países y 5.600 empleados, y sigue creciendo. Estamos orgullosos de servir y apoyar a clientes de una amplia variedad de sectores y comunidades de todo el mundo. Para descubrir cómo Camfil puede ayudarle a proteger a las personas, los procesos y el medio ambiente.

Diríjase a:

Email: israel.gonzalez@camfil.com

Visite: www.camfil.es/apc

© Copyright 2023 Camfil APC