

Ventajas de la filtración en seco para el corte por plasma

El polvo y los humos generados durante el corte por plasma pueden suponer un riesgo para la salud de los trabajadores y causar daños en la maquinaria y los componentes electrónicos si no se capturan adecuadamente. Para el corte por plasma se utilizan dos tipos de sistemas: los que utilizan mesas de agua y los que utilizan mesas de corriente descendente con filtración de las medias en seco. En este documento se analizan algunos de los problemas operativos y de seguridad inherentes a los sistemas «húmedos», las ventajas de la filtración «seca» y cómo tomar una decisión de compra con conocimiento de causa.



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

Ventajas de la filtración en seco para el corte por plasma

Los procesos de corte por plasma utilizados para cortar acero dulce, acero inoxidable y otros metales generan polvo de partículas finas y humos que pueden ser perjudiciales para los trabajadores, la maquinaria y los componentes electrónicos si no se controlan adecuadamente. Las mesas de trabajo utilizadas durante el corte por plasma se dividen en dos categorías generales: húmedas y secas. Las mesas húmedas sumergen total o parcialmente el metal en agua para contener el polvo y los humos generados durante el corte. En cambio, las mesas descendentes secas utilizan un captador de polvo y humos de cartucho integrado de alta eficacia y conductos incorporados que transportan los contaminantes al captador, donde son capturados y eliminados.

Dado que las mesas de agua no requieren un captador de humos ni conductos, suelen ofrecer la ventaja de un menor coste inicial, lo que las convierte en el sistema preferido por muchos compradores. Sin embargo, las mesas de agua pueden resultar más caras con el tiempo debido a los mayores requisitos de mantenimiento, los problemas operativos y la menor productividad. Y lo que es aún más importante, la salud y la seguridad de los empleados pueden verse comprometidas con los sistemas húmedos. El objetivo de este documento es informar a los fabricantes de las posibles trampas que deben evitar a la hora de tomar una decisión de compra y resumir las ventajas a corto y largo plazo de una mesa seca.



La foto superior muestra la mala calidad del aire durante una operación de corte por plasma en seco, antes de que se haya aplicado la filtración. La foto inferior muestra el mismo taller después de activar un captador de polvo de alta eficacia para capturar el humo.

Riesgos para la salud de los trabajadores

La mejora de la calidad del aire de las instalaciones es la principal ventaja de un sistema de filtración en seco frente a una mesa de agua. Es cierto que una mesa de agua en la que la pieza y la antorcha están completamente sumergidas puede contener eficazmente algunos contaminantes nocivos.

En la práctica real, sin embargo, la gran mayoría de las mesas de agua incluyen tecnologías de corte de alta precisión en las que la pieza se sitúa a centímetros por encima del agua. En estos casos, la mesa de agua puede capturar la mayor parte del polvo y los humos, pero una cantidad significativa puede escapar a la zona de trabajo.

Por el contrario, una mesa seca con un sistema de captación de polvo correctamente diseñado arrastrará continuamente los humos hacia el captador. Mediante el uso de cartuchos filtrantes de larga duración con medias de nanofibra de alta eficacia, los colectores en seco pueden alcanzar eficacias de eliminación de hasta el 99,9% en partículas muy pequeñas de 0,5 micras o más en peso.

Para entender por qué este nivel de eficacia de filtración es tan crítico, es necesario revisar algunos de los riesgos para la salud asociados a los humos del corte por plasma. Tanto si se trabaja con acero dulce, acero inoxidable, 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 mayoría de las autoridades locales de seguridad y salud han 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 plasma.

Los peores culpables son:

- **El cromo hexavalente** o cromo hex es una sustancia cancerígena que resulta del corte del 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 para la salud asociado a la exposición al cromo hexavalente 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. Una vez en el cuerpo, el cromo hexagonal suele afectar a algunos órganos del cuerpo. Un trabajador expuesto al cromo hexagonal también 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. Un PEL común para el cromo hexagonal es extremadamente estricto, de $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Al cortar acero inoxidable, se requiere filtración HEPA para mantenerse por debajo de este umbral límite. En consecuencia, no suele recomendarse el corte de acero inoxidable en sistemas húmedos. Si es necesario utilizar una mesa de agua, se necesitará algún tipo de dispositivo de filtrado de aire (como una campana de captura con un sistema de filtración HEPA) para capturar cualquier humo que se eleve desde la mesa. Pero una campana limita el uso de equipos de elevación por encima de la cabeza y puede no ser posible utilizarla.
- **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 graves similares a los de la gripe tras una pausa en el trabajo, como después de 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. En la mayoría de los países, los vertidos de manganeso están regulados específicamente por las autoridades nacionales de seguridad y salud.



Ejemplo de mesa de corte por plasma húmedo diseñada para contener la mayor parte del polvo y los humos a medida que las piezas se cortan en el agua.



Ejemplo de mesa de tiro descendente seco: Los contaminantes se expulsan a un captador de polvo seco exterior que captura el polvo y humos.

Es imprescindible conocer y seguir las directrices locales de exposición a estos y otros metales, sobre todo cuando los trabajadores corren el riesgo de sufrir efectos a largo plazo sobre la salud. Pero a veces la gente simplemente se pone enferma y falta al trabajo, experimentando dolores de cabeza, síntomas de las vías respiratorias superiores o malestar general, incluso cuando una instalación cumple la normativa local de seguridad y salud. Cuando esto ocurre, puede ser necesario establecer límites de exposición aún más bajos que los fijados por las autoridades locales de seguridad y salud.

Una mesa descendente de plasma bien diseñada con un captador de humos de cartucho filtrará adecuadamente los contaminantes peligrosos, haciendo que los ambientes interiores sean más seguros y saludables. Los captadores de cartucho controlarán las partículas respirables en el punto de generación, garantizando que no se propaguen y sean inhaladas por los trabajadores en otras áreas de la planta.

Preocupaciones por la seguridad y las explosiones

Además de los problemas de salud derivados de los humos suspendidos en el aire, los sistemas de corte por plasma con mesa de agua conllevan otros riesgos de seguridad inherentes:

Reacciones cutáneas alérgicas: Si caen pequeñas piezas metálicas entre los listones y desaparecen en el agua sucia, será necesario meter la mano para extraerlas. El trabajador corre el riesgo de exponerse a las bacterias y algas residentes, que se sabe que provocan graves erupciones cutáneas. El agua también contiene productos químicos que se utilizan como estabilizadores y agentes anticorrosión. Éstos también pueden provocar reacciones adversas. Además, en el caso de capas freáticas pequeñas, o de grandes trabajos con mucho corte grueso, el agua puede alcanzar temperaturas que pueden escaldar o quemar.

Riesgos de resbalones: Las mesas de agua son propensas a las fugas, lo que puede provocar riesgos de resbalones y caídas. Incluso si la propia mesa es estanca, la manipulación rutinaria de las piezas dentro y fuera de la mesa crea derrames, con los mismos resultados. Por ejemplo, cuando se saca un esqueleto después de cortarlo, la parte inferior del metal estará húmeda y es probable que gotee sobre el suelo del taller.



El corte por plasma en una mesa de agua crea un entorno sucio y de alto mantenimiento.

Explosiones de gas hidrógeno: El aluminio y el agua pueden reaccionar y producir gas hidrógeno, lo que supone un riesgo extremo de explosión. Cuando una máquina se para entre turnos, pueden formarse bolsas de hidrógeno debajo de la chapa que se está cortando y a partir de residuos en el agua. Cuando el arco de plasma se reactiva, puede desencadenar una explosión lo suficientemente potente como para desprender el pórtico de los raíles. Una técnica de mitigación para evitar la formación de bolsas de hidrógeno consiste en mantener el agua burbujeando constantemente con un sistema de aireación. Aun así, debido al peligro intrínseco, algunos fabricantes adoptan una postura firme y declaran que el aluminio no debe cortarse en agua.

Polvos explosivos: Es importante tener en cuenta que el polvo de aluminio puede ser en sí mismo explosivo, por lo que incluso con un sistema seco es importante tomar las medidas adecuadas para equiparlo con la protección contra explosiones adecuada. Independientemente del tipo de metal que esté cortando, hay situaciones en las que puede existir riesgo de polvo combustible. La única forma de saberlo con seguridad es comprobar la explosividad del polvo y documentar un análisis de riesgo de polvo para la operación de corte por plasma.

Si se determina que su polvo es un peligro de explosión, existen requisitos muy específicos y limitantes para su sistema de captación de polvo y humos. El usuario final necesita determinar los peligros asociados al polvo y qué normas se aplican según la directiva 99/92/CE de la UE y las normas relacionadas. Una primera investigación preliminar puede realizarse utilizando la base de datos GESTIS-EX, donde puede encontrarse una referencia. Esta base de datos contiene un gran número de pruebas que se han realizado a lo largo de los años.

La directiva exige que toda empresa que opere con riesgo de explosión disponga de un plan de protección contra explosiones y un mapa de zonificación. La zonificación para las explosiones de polvo está respaldada por la norma EN 60079-10-2, en la que encontrará la ayuda pertinente. Si no puede realizar esta evaluación de riesgos por sí mismo, se recomienda que se ponga en contacto con un consultor adecuado y competente.

El tipo de captador de polvo, la protección contra explosiones y el aislamiento de los conductos necesarios para cada aplicación variarán en función de los parámetros del polvo y de las condiciones de instalación. Un ingeniero que conozca el proceso debe realizar la evaluación con el apoyo de los proveedores del captador de polvo y de la protección.

Problemas de calidad y productividad

Los operarios de taller que tienen experiencia con mesas húmedas y secas informan de una serie de diferencias entre las tecnologías en cuanto a calidad y velocidad de corte, duración de los consumibles y productividad.

Para resumir estos datos:

- El agua disminuye la precisión del corte al conectar a tierra el arco de plasma. En consecuencia, el corte por plasma de alta definición y de orificios pequeños se realiza por encima del agua, lo que aumenta la exposición a los humos.
- El agua también puede comprometer la calidad del borde de corte al inducir ondulaciones conocidas como «estriación». La turbulencia en la agitación del agua casi siempre afectará a la calidad del borde inferior, la perpendicularidad del corte y la concetricidad de los orificios.
- Se crea un exceso de escoria si el espacio entre la plancha y el agua no se mantiene con las especificaciones exactas. Si la escoria se enfría demasiado rápido con el agua, se endurece y se adhiere a la parte posterior de la pieza, dificultando su limpieza y añadiendo costes de mano de obra.
- El efecto de enfriamiento del agua sobre las piezas cortadas puede afectar a la dureza del material de acero dulce. Esto puede dificultar la realización de operaciones de mecanizado adicionales. También puede hacer que el producto no cumpla las especificaciones del cliente, por ejemplo, en la construcción de puentes y otras estructuras en las que deben mantenerse tolerancias estrictas. Si una pieza está completamente sumergida, es cierto que el agua reduce la zona afectada por el calor alrededor del área que se está cortando, pero seguirá siendo muy difícil realizar cualquier mecanizado adicional.
- El vapor y la humedad pueden obstruir el cabezal del soplete, provocando su sobrecalentamiento. El marcado de piezas no puede realizarse bajo el agua. Es necesario elevar las piezas para esta operación, lo que provocará la emisión de algunos humos a la atmósfera.
- El corte en un sistema seco es más rápido que el corte bajo el agua. Los usuarios estiman que un sistema seco será entre un 10 y un 15% más rápido dependiendo de si la antorcha y el metal están sumergidos o justo por encima del agua.
- El plasma en un sistema seco mantiene una columna limpia y puede prolongar la vida útil de las piezas consumibles del sistema. Los sistemas secos se asocian con una mejor calidad de corte y un borde de corte más liso.
- Con los sistemas secos, se pueden hacer cortes en bisel hasta el borde de la plancha sin aumentar el tamaño de la mesa. Sin embargo, al biselar con mesas de agua, el tamaño de la mesa debe aumentarse para permitir el espacio libre del cabezal de corte lateral. Esto debe tenerse en cuenta al dimensionar una mesa de agua y es probable que aumente el coste inicial.

Mantenimiento y requisitos operativos de las mesas de agua frente a los sistemas secos

Mantenimiento de las mesas de agua

Hay una serie de cuestiones de mantenimiento y funcionamiento asociadas a las mesas de agua, la mayoría de ellas relacionadas de algún modo con el tratamiento del agua.

Productos químicos: Hay que añadir estabilizadores químicos para mantener el agua lo más limpia posible y utilizar inhibidores de óxido para reducir la corrosión de las piezas. Incluso con estos tratamientos, pueden seguir formándose bacterias y algas en el agua, lo que crea un problema de saneamiento y olores desagradables; y los agentes anticorrosión reducirán pero no eliminarán la oxidación. Como se ha señalado anteriormente, los trabajadores también pueden sufrir efectos nocivos al introducir la mano en el agua sucia para recuperar piezas pequeñas.

Condiciones climáticas: Algunos talleres que realizan corte por plasma no están climatizados. En entornos muy cálidos, se sabe que los mosquitos y otros insectos se instalan en las mesas de agua. En climas fríos, el agua en la mesa o en una línea de llenado o drenaje puede congelarse durante la noche o durante un fin de semana. Si la congelación provoca la rotura de un componente, supondrá un quebradero de cabeza para el mantenimiento y un gasto importante.



Algunos de los problemas habituales de las mesas de agua se revelan en estos primeros planos: (Izquierda:) El metal se ha oxidado por el ambiente húmedo en agua sucia con tratamiento químico debajo; (Medio:) Una pequeña pieza recubierta de película ha caído al agua; (Derecha:) Quedan lodos y piezas pequeñas después de vaciar una mesa.

Humedad: El agua estancada en la mesa y el vapor generado durante el corte añadirán humedad al entorno de la fábrica. El vapor y la humedad pueden obstruir el cabezal de la antorcha y hacer que se sobrecaliente, provocando tiempos de inactividad no deseados. Si el nivel de humedad es demasiado alto, puede afectar a la fiabilidad de otros equipos de la zona y aumentar aún más los costes de mantenimiento.

Limpieza: La capa freática debe vaciarse periódicamente para su limpieza. Los lodos de metales pesados del depósito dificultan el mantenimiento: limpiar una mesa de agua de tamaño medio puede llevar entre 10 y 20 horas. La frecuencia de esta tarea variará en gran medida con el nivel de corte, es decir, corte intermitente frente a un taller que corte tres turnos al día.

Eliminación: Debe añadirse agua regularmente para compensar la evaporación, y el agua sucia/aceitosa debe eliminarse adecuadamente. Al cortar acero inoxidable, el agua contendrá cromo hexavalente y se considera un residuo peligroso. El lodo húmedo del fondo de la mesa debe limpiarse periódicamente y también es un residuo peligroso. Los requisitos de eliminación varían geográficamente: Para obtener más información, póngase en contacto con la empresa de recogida de basura/reciclaje que haya contratado y con la agencia gubernamental local que supervisa los residuos peligrosos. La mayoría de los recicladores no aceptan material húmedo. Es posible que el polvo metálico tenga que estar seco. Algunos talleres lo ponen a secar, mientras que otros adquieren un horno de secado, lo que añade costes de equipamiento y energía, así como tiempo de procesamiento.

Corrosión: La corrosión es otro problema relacionado con la presencia de agua. Como se ha señalado, los aditivos inhibidores de la oxidación en el agua reducirán este problema, pero no lo eliminarán. Los componentes de acero dulce -incluidos el pórtico, los raíles y la cremallera- están expuestos a la oxidación y al fallo prematuro. Los fabricantes de mesas húmedas recomiendan secar estos componentes todos los días para reducir la oxidación. La corrosión de las piezas de acero dulce procesadas en una mesa húmeda se acelera. Cuando la propia mesa acaba oxidándose y no se puede mover en una sola pieza sin que se caiga, ya no se puede salvar.

Mantenimiento del sistema seco

En comparación, un sistema seco que incorpora una mesa de aspiración descendente y un captador de polvo/vapores de cartucho puede diseñarse y fabricarse adecuadamente para mantener el mantenimiento al mínimo, reduciendo el tiempo de inactividad para una mayor productividad y un menor coste por pieza.

Recomendaciones de tamaño: Tres de los factores más importantes en el dimensionamiento del captador son la cantidad prevista de partículas de humo que se van a captar, el tamaño de la mesa de aspiración descendente y el material que se va a cortar.

Varios factores afectan a la cantidad de partículas que se recogen, lo que se denomina «carga». El primero es el amperaje de la propia antorcha de plasma. Una antorcha de plasma de 400 amperios cortará mucho más rápido y tendrá una carga de partículas mucho mayor que una antorcha de 130 amperios. Algunas mesas pueden tener varios cabezales funcionando al mismo tiempo, lo que hará que se generen más partículas que en un sistema de un solo cabezal. En segundo lugar está el tamaño de la mesa de tiro descendente. Esto afecta al volumen de aire necesario para crear la velocidad de captura adecuada en la cara de la mesa. En tercer lugar, los distintos materiales producen cantidades variables de partículas.

La configuración de montaje de los cartuchos puede tener un impacto importante en el rendimiento y la vida útil del filtro. Algunos captadores de humos están diseñados con cartuchos montados horizontalmente que pueden permitir que el polvo se incruste en la parte superior de los filtros. Esta condición puede acortar la vida útil del filtro y proporcionar una superficie polvorienta para que se enciendan las chispas. El montaje vertical, por el contrario, reduce la carga sobre los filtros y ayuda a mejorar la vida útil al tiempo que reduce los riesgos de incendio y explosión.

Mantenimiento de los filtros: Los captadores de cartucho utilizan sistemas de limpieza automáticos que permiten que las unidades funcionen durante largos periodos de tiempo entre cambios de filtro. Las únicas intervenciones del operador son el cambio ocasional de los ajustes de presión de limpieza por impulsos a demanda a medida que los filtros se desgastan, y la eventual sustitución de los filtros cuando han llegado al final de su vida útil. El polvo recogido también debe limpiarse periódicamente del tambor de almacenamiento.



Esta mesa de corte por plasma en seco se sirve de un captador de polvo y humos de cartucho adyacente para mantener la limpieza del aire.

Se trata de tareas importantes pero sencillas en comparación con los problemas de mantenimiento y eliminación que plantean el agua sucia y los lodos húmedos. Las diferencias de coste resultantes pueden ser dramáticas.

Por citar un ejemplo real de la experiencia sobre el terreno: Un fabricante naval descubrió que sus sistemas de corte por plasma producían un exceso de humo que la capa freática existente no podía contener adecuadamente. La eliminación del agua y los lodos, clasificados como residuos peligrosos, era otro problema constante. Al sustituir la mesa de agua por un sistema de tiro descendente y un captador de polvo de alta eficacia con filtros montados verticalmente, la empresa pudo recuperar su inversión en unos 18 meses al eliminar los costes anteriores de mantenimiento y eliminación. También consiguieron una mejora significativa e inmediata de la calidad del aire, salvaguardando la salud de los empleados.

En conclusión, a la hora de elegir entre una mesa de agua y un sistema de filtración en seco para el corte por plasma, es poco previsor basar la decisión en una comparación del primer coste. Cuando se introducen en la ecuación los riesgos para la salud, los problemas de seguridad y explosión, la calidad del producto, la productividad, el mantenimiento y los gastos de funcionamiento, las ventajas de coste y rendimiento de los sistemas de filtración en seco con el tiempo superarán con creces cualquier desventaja inicial de precio.

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 Seguridad y salud en soldadura y procesos afines - Equipos de captación y separación de humos de soldadura - 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