

FILTRO ELECTROSTÁTICO

Es un dispositivo de filtración de partículas que utiliza fuerzas eléctricas para mover las partículas fuera de la corriente de gas y sobre las placas del colector. Todo precipitador está constituido de un electrodo emisor que se mantiene a un alto voltaje y un electrodo o placa recolectora.

Entre el alambre y la placa se pone una diferencia de potencial eléctrico, creando en las cercanías del alambre una carga negativa. Las partículas del flujo de aire son ionizadas al pasar cerca del alambre del eje, y luego aceleradas hacia la placa, en donde quedan depositadas.

En los precipitadores electroestáticos, los recolectores son golpeados, o “martillados”, por varios métodos mecánicos para desprender el particulado, que se desliza descendiendo hacia una tolva en donde es recolectado. El particulado recolectado se desliza descendiendo hacia la tolva. La tolva es evacuada periódicamente y el polvo se retira a través de una válvula y después se desecha de una manera apropiada.

Con este método de separación de partículas, se pueden conseguir eficiencias de hasta el 99% de eliminación. Se aplica a gases conteniendo materia particulada menor o igual a 10 micras (μm) de diámetro aerodinámico y contaminantes peligrosos del aire que existen en forma particulada, tales como la mayoría de los metales (el mercurio es la excepción notable, ya que una porción importante de las emisiones se encuentran en forma de vapor elemental).

Las eficiencias típicas varían entre el 90 y 99,9% de eliminación. Aunque son varios los factores que determinan la eficiencia de recolección el más importante es el tamaño, que determina el tiempo de tratamiento; entre más tiempo permanezca una partícula en el filtro, es más probable que ésta sea atrapada. Al maximizar la fuerza del campo eléctrico, se maximiza la eficiencia de recolección. La eficiencia de recolección también se ve afectada en cierto grado por la resistividad del polvo, la temperatura del gas, la composición química (del polvo y del gas) y por la distribución del tamaño de las partículas.

Muchos de los precipitadores electrostáticos son de diseño tubo-alambre, que consiste en un solo tubo colocado encima de una chimenea. Los del tipo con tubería se utilizan en ocasiones en la industria textil, papelera y procesadora de pulpa de madera, metalúrgica (incluyendo los hornos de coque), en los incineradores de residuos peligrosos, y en la producción de ácido sulfúrico, entre otros.

Los flujos de aire típicos para los de tipo tubo-alambre varían de 0,5 a 50 Nm^3 / m^2 por segundo. Pueden operar a temperaturas muy altas, hasta los 700°C. La temperatura de operación del gas y la composición química del polvo son los factores clave que influyen la resistividad del polvo y deben ser cuidadosamente considerados en el diseño.

Las concentraciones típicas a la entrada son de 1 a 10 gramos / m^3 . Es común darle un pretratamiento a la corriente residual, normalmente con rocío de agua o torre lavadora, para bajar la temperatura y la concentración de la corriente contaminada a un rango más manejable.

En general, los electrofiltros operan más eficientemente con resistividades de polvo entre 5×10^3 y 2×10^{10} ohm-cm. En general, las partículas más difíciles de recolectar son aquellas con diámetros menores de 1μ . Los polvos con resistividades muy altas tampoco son idóneos para su tratamiento en los precipitadores electrostáticos. Estas partículas no se cargan fácilmente, y por lo tanto no se recolectan fácilmente.

Cuando gran parte del cargamento de contaminantes consiste en partículas relativamente grandes se pueden utilizar recolectores mecánicos, tales como los ciclones o las torres lavadoras, para reducir la carga sobre el electrofiltro, especialmente a concentraciones altas de entrada.

A veces se realiza un acondicionamiento de los gases para mejorar el funcionamiento al cambiar la resistividad del polvo. Se inyecta un agente dentro de la corriente gaseosa anterior al filtro. Por lo general, el agente se mezcla con las partículas y altera su resistividad para promover una velocidad de migración más alta, y por lo tanto, una mayor eficiencia de recolección. Los agentes acondicionadores utilizados incluyen SO_3 , H_2SO_4 , compuestos de sodio, amoníaco, y agua.

En el precipitador electroestático tipo tubo-alambre, también llamado tubular, el gas emitido fluye verticalmente a través de tubos conductivos, generalmente con varios tubos operando en paralelo. Los tubos pueden estar alineados en formación circular, cuadrada, o en forma de panal hexagonal.

La tubería cuadrada y la hexagonal se pueden compactar más estrechamente que la tubería cilíndrica, reduciendo el espacio desaprovechado. Los tubos son normalmente de 7 a 30 cm (3 a 12 pulgadas) de diámetro y de 1 a 4 metros (3 a 12 pies) de longitud.

Los electrodos de alto voltaje son alambres largos o “mastiles” rígidos, suspendidos de un marco en la parte superior del precipitador electroestático, que atraviesan el eje de cada tubo. Los electrodos rígidos están generalmente sostenidos tanto por un marco superior como por uno inferior.

Las fuentes de energía para el precipitador electrostático convierten el voltaje AC industrial (220 a 480 voltios) a voltaje DC pulsante en el rango de 20.000 a 100.000 voltios según sea necesario. El voltaje aplicado a los electrodos causa que el gas entre los electrodos se descomponga eléctricamente, un acto conocido como una "corona."

Se suele impartir una polaridad negativa a los electrodos porque una corona negativa tolera un voltaje más alto antes de producir chispa que una corona positiva. Los iones generados en la corona siguen las líneas del campo eléctrico desde el electrodo hasta las superficies colectoras. Por lo tanto, cada combinación de tubo y electrodo establece una zona de carga a través de la cual deben pasar las partículas..

Debido a los espacios libres necesarios para los componentes internos no electrificados en la parte superior de los precipitador electrostático tipo placa-alambre, una parte del gas puede desviarse alrededor de las zonas de carga. A esto se le llama "fuga furtiva" e impone un límite máximo a la eficiencia de recolección.

El precipitador electrostático tipo tubo-alambre no proporcionan trayectorias de fuga alrededor de la región recolectora, pero las irregularidades en la uniformidad del campo pueden permitir que algunas partículas eviten cargarse durante una fracción considerable de la longitud del tubo. Sin embargo están propensos al reencauzamiento del material recolectado después de lavar los recolectores con un mecanismo de martilleo o acústico, aunque el estilo cerrado de la tubería aumenta la probabilidad de recolección adicional.

Otro factor principal en el funcionamiento es la resistividad del material recolectado. Debido a que las partículas forman una capa continua sobre la tubería del precipitador electrostático, toda la corriente iónica debe atravesar la capa para alcanzar el suelo. Esta corriente crea un campo eléctrico en la capa, y puede volverse lo suficientemente grande como para causar una avería eléctrica local.

Cuando esto ocurre, iones nuevos de la polaridad opuesta son inyectados dentro del espacio entre el tubo y el alambre, en donde reducen la carga sobre las partículas y pueden causar chispas. A ésta condición de avería se le llama "corona reversa". La corona reversa prevalece cuando la resistividad de la capa es alta, por lo general sobre 2×10^{11} ohm-cm. Por encima de este nivel, la capacidad de recolección de la unidad se reduce considerablemente porque la corona reversa severa causa dificultades para cargar las partículas. Las resistividades bajas también causarán problemas.

En precipitador electrostático, debido a que actúa únicamente sobre el particulado por eliminar, y sólo impiden el flujo de la corriente de gas de manera mínima, tienen pérdidas de carga muy pequeñas (típicamente menores de 13 mm de columna de agua). Como resultado, los requisitos energéticos y los costos de operación tienden a ser bajos. Son capaces de alcanzar eficiencias muy altas, aún con partículas muy pequeñas. Pueden ser diseñados para un rango amplio de temperaturas de gases, y pueden manejar temperaturas altas, hasta los 700°C. La recolección y eliminación del residuo en seco permite una manipulación fácil. Los costos de operación son relativamente bajos. Son capaces de operar bajo presiones altas (hasta 1 030 kPa o condiciones de vacío). Las velocidades de flujo relativamente grandes se pueden manejar de manera efectiva, aunque son poco comunes en los tubulares

Los electrodos de descarga fabricados de alambre (aproximadamente 2,5 mm de diámetro), requieren altos niveles de mantenimiento. Puede presentarse corrosión cerca de la parte superior de los alambres por el efecto de fugas de gas y la condensación ácida. Además, los alambres largos sujetos con pesas tienden a oscilar - la parte media del alambre puede acercarse al tubo, causando más chispas y desgaste.

Los diseños modernos tienden a utilizar los electrodos rígidos que eliminan en gran parte los inconvenientes del uso de electrodos de alambre. En general los precipitadores no son muy apropiados para uso en procesos que sean demasiado variables, debido a que son muy sensibles a las fluctuaciones en las condiciones de la corriente de gas (velocidad de flujo, temperatura, composición de las partículas y del gas, y el cargamento de las partículas).

También son difíciles de instalar en sitios con espacio limitado puesto que deben ser relativamente grandes para obtener las bajas velocidades de gas necesarias para la recolección eficiente del material particulado. Ciertas partículas son difíciles de recolectar debido a sus características de resistividad demasiado altas o bajas. Puede existir un peligro de explosión al tratar gases combustibles y/o recolectar partículas combustibles. Se requiere personal de mantenimiento relativamente sofisticado, así como de precauciones especiales para proteger al personal del alto voltaje. No son recomendables para la eliminación de partículas pegajosas o húmedas.

Los polvos con resistividades muy altas (mayores de 10^{10} ohm-cm) tampoco son idóneos para la recolección en los precipitador electrostático. Estas partículas no se cargan fácilmente, y por lo tanto no se recolectan fácilmente. Además, las partículas de alta resistividad generan capas de ceniza con pendientes de voltaje muy altas sobre los electrodos colectoras. Las averías eléctricas en estas capas de ceniza conducen a la inyección de iones cargados positivamente dentro del espacio entre los electrodos de descarga y de colección (corona reversa), reduciendo de este modo la carga en las partículas en este espacio y disminuyendo la eficiencia de recolección.