

## Adición de Energía de Gas Infrarrojo a un Proceso de Recubrimiento de Polvo : Una decisión Acertada

Independientemente de la aplicación, el interés en la adición de energía infrarrojo (IR) en hornos comerciales está cobrando impulso. Esto es cierto en muchas áreas de aplicación que normalmente han dependido de calor de convección, tales como la industria alimentaria, así como las industrias de procesos industriales. De hecho, varios fabricantes están empezando a producir hornos de IR todos. Las razones son muchas. Metros cuadrados menos, necesario para producir el mismo resultado para que los hornos pueden hacerse más pequeños. Un reducido espacio significa menores costos de adquisición y costos operativos más bajos (menos calor desperdiciado). Los hornos pueden hacerse más eficientes. Una mayor eficiencia significa menores pérdidas de ventilación y menores emisiones de CO<sub>2</sub>. Energía de IR ofrece el BTU al sustrato donde son necesarios (línea de vista), no al aire circundante que luego se ha agotado.

Hay muchos factores a tener en cuenta al tomar decisiones acerca de cómo agregar energía de IR en una capa de

polvo o un proceso de recubrimiento de electro. A pesar de que no hay ningún enfoque estándar, hay una cierta secuencia lógica que debe seguirse.

*Esto se muestra en la figura 1.*

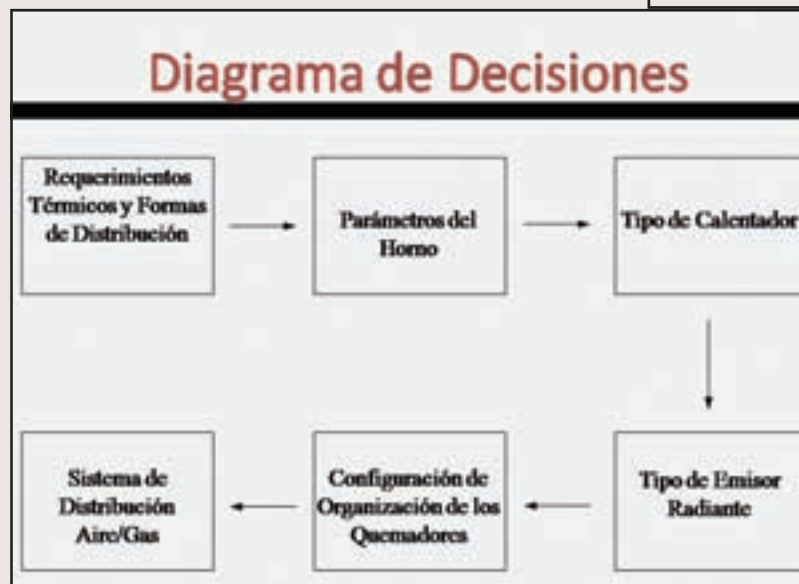
### Determinar Los Requisitos Térmicos y Los Resultados (IR vs Convección)

La energía térmica se necesita para secar las partes después de que se lavan, para avanzar el revestimiento en polvo a la etapa de gel y curar para el revestimiento en polvo. La calefacción infrarroja puede utilizarse en las tres áreas en

la fase de diseño de la línea de producción o en una situación de modificación retroactiva.

Los requisitos térmicos pueden definirse mediante el calculador de BTU en la figura 2. Esta calculadora está disponible en un formato de Excel que permite un cálculo rápido de los requisitos térmicos para partes de diversos tamaños, de materiales diferentes, con diferente espaciado y velocidades de línea. Las dimensiones de la zona, espesores y calores son factorizados.

Figura 1



En el proceso de secado, el calor es necesario para traer el agua y la parte del cambio de temperatura de Estado (vapor), que para el agua es de 212 grados f. El calor específico (capacidad calorífica) de agua y el material son necesarios para hacer este cálculo. Para aumentar aún más la temperatura de la operación deseada se necesitan, el calor de vaporización (calor latente) de agua y el calor específico del material. Ello requiere 965 BTU para cambiar una libra de agua a una libra de vapor. El contenido de agua de la pieza se puede aproximar por la diferencia de peso de la parte seca y la húmeda. El proceso de secado es particularmente crítico con ciertos metales, tales como la fundición de zinc, que puede despedir gas, comprometiendo el finalizado de recubrimiento.

En el proceso de gelificación, el calor es necesario para avanzar en el revestimiento en polvo a la etapa de gel. La temperatura de gel depende del tipo de revestimiento en polvo utilizada y es especificada por el fabricante. Es importante avanzar en el revestimiento en polvo a la etapa de gel tan pronto como sea posible en un horno para reducir el riesgo de contaminación, permitir un flujo incluso y optimizar el brillo superficial. El tiempo de permanencia y temperatura curado es también especificado por el fabricante.

Ya sea en el secado, espesantes o curar las fases, los calentadores infrarrojos son a menudo elegidos por calentadores de convección porque son más eficientes en la entrega de la BTU donde sean necesarios. Esto reduce el consumo total de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **Definir parámetros de horno**

El diseño del horno se basa en el tiempo de los requisitos térmicos de los elementos, permanencia (o parada) necesitado a una temperatura deseada y esperada línea de velocidad. Las dimensiones de las partes determinarán el tamaño de abertura del horno. Usando calor infrarrojo se puede reducir el tamaño del horno y, la complejidad de la adaptación de la banda del transportador. Las reducciones de tamaño y complejidad resultan en una pequeña huella, la cual reduce en general: pérdida de calor, costos de capital del horno y espacio en la planta. La calefacción infrarroja a menudo permite velocidades de línea mayor, reducir los costos fijos y variables por parte. Esto es particularmente cierto en una situación de modificación retroactiva.

### **Seleccione el tipo de calefactor necesario**

Hay tres tipos básicos de calentadores infrarrojos: gas, gas catalítico y eléctrico. Aunque no son mutuamente excluyentes, gas IR más a menudo se utiliza con sustratos que son tolerantes de

calor. Debido a su baja temperatura, gas catalítico IR se utiliza a menudo con sustratos sensibles de temperatura. Debido a las muchas variaciones de construcción con IR eléctrico, puede ser diseñado para una amplia gama de sustratos. Pruebas realizadas por el usuario final o proveedor es recomendado para determinar la fuente de energía óptima de IR.

### **Seleccione el Emisor Radiante Óptimo**

Hay diferentes opciones disponibles para emisores con cada tipo básico de calentador infrarrojo. La selección es algo que depende de la longitud de onda deseada para el revestimiento y el material al que se aplica el revestimiento. Los emisores de onda media, que funcionan a temperaturas de 1100-1900 grados F, a menudo se seleccionan para hornos de revestimiento en polvo debido a su amplia gama de aplicabilidad.

Con gas de combustión infrarrojo, los emisores pueden ser construidos de fibra de aleación metálica, fibras recubiertas cerámicas, espuma metálica de refractario o refractarios cerámicos de gas. Los emisores de fibra de aleación metálica tienen superficies muy altas y alta densidad de flujo por infrarrojos. Estos emisores más a menudo se fijan a un cuerpo de acero inoxidable. La fibra cerámica y emisores de espuma metálicos tienen algo menor densidad del flujo de infrarrojos y están

atados a cuerpos de hierro fundido mediante juntas de alta temperatura y ensamblajes de sujeción. Tres de estos tipos de emisores producen aproximadamente 65% IR y energía convectiva de 35% en su capacidad nominal de entrada. Llegan rápidamente a temperatura máxima y se enfrían al tacto en cuestión de segundos. Esto les permite activar y desactivar, ahorro de energía y evitar el sobrecalentamiento de las partes durante las paradas de la línea. La respuesta rápida también reduce la mano de obra y los costos de la pérdida de productividad debido a que el tiempo de espera es disminuido. Los quemadores de gas,

utilizando cerámicos refractarios emisores son quemadores de alta velocidad. Este flujo de calor provoca una acción raspada y mejora la difusión de las capas superficiales que rodea una parte. Su salida es aproximadamente 35% IR y 65% de la energía convectiva. Más a menudo se utilizan en la sección de curado de un horno. Los emisores refractarios tienen un tiempo de retraso entre radiación completa y enfriamiento. Los cuerpos de los quemadores pueden ser de hierro fundido o de aleaciones especiales emitidos y su construcción es muy resistente.

Los emisores de gas catalítico funcionan a temperaturas de

450-900 grados f y producen predominantemente infrarrojo de onda larga. Requieren un mayor calentamiento para alcanzar plena radiación. Los emisores de IR eléctricos tienen un tiempo de respuesta más rápido y debido a los diferentes metales y métodos de montaje, se adaptan a la longitud de onda deseada. Sin embargo, la mayoría de calentadores requieren reflectores para dirigir la energía para el material que se está procesando. Estos reflectores necesitan limpiarse regularmente, creando el tiempo que puede reducir el proceso general de eficiencia. Los costos de electricidad relativamente altos también deben ser incluidos en los gastos de funcionamiento.

Figura 2

## Calculador de Requerimientos Termicos

### Peso de la Parta

Longitud (pulgadas)	Ancho (pulgadas)	Área (pulgadas cuadradas)	Área (pies cuadrados)	Peso por medida (libras/pie cuadrado)	Peso de la parte (libras)
---------------------	------------------	---------------------------	-----------------------	---------------------------------------	---------------------------

### Llenado o Cargado Del Horno

Peso de la parte (libras)	Espaciado (pies de separación)	Velocidad de la Banda (pies/minuto)	Conversión de la Velocidad de la Banda (pies/hora)	Entrada (libras/hora)
---------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	--	-----------------------

### Requerimiento de Calor

Llenado del Horno	Temperatura Inicial en Grados Fahrenheit	Temperatura Final en Grados Fahrenheit	Temperatura diferencial	Capacidad de Calor (BTU/lb F)	BTU/hora requerido
-------------------	--	--	-------------------------	-------------------------------	--------------------

### Quemadores Requeridos

BTU/hora requerido	Factor de Pérdida de eficiencia	Actual BTU/hora requerido	Quemador MR-12 capacidad BTU/hora	Numero de Quemadores Requeridos	Quemador AR-125 capacidad BTU/horas	Numero de Quemadores Requeridos
--------------------	---------------------------------	---------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------

### **Determinar la Organización de los Quemadores**

La organización de los quemadores puede configurarse en muchos modelos diferentes. El calor infrarrojo se utiliza a menudo en el vestíbulo de un horno con calor convectivo canalizado en el horno de cura. Los quemadores son a menudo montados verticalmente con la longitud de aproximación de la apertura. Los quemadores son compensados por lo que no están disparando directamente a los otros. Normalmente se coloca una placa de cerámica aislante entre los quemadores. Esta placa aislante es típicamente silicato de calcio rígido o espuma cerámica de óxido de aluminio. La superficie de la placa refleja la radiación nuevamente a las partes, previene que la energía se escape de la recámara del vestíbulo y mantiene los cuerpos de los quemadores más fríos. Los espesantes ahora pueden ocurrir varios pies en el horno en lugar de 10-15 pies. La temperatura en la convección posterior / zona de cura puede ser reducidas grados de 20-30, ahorrando costos de energía.

Dentro de un horno, la organización de los quemadores puede configurarse en un modelo vertical, horizontal o diagonal a lo largo de los lados. Puede configurarse también para rodear la parte si es en forma irregular. Los quemadores deberían ser colocados lo más cerca posible a la parte, ya que la energía infrarrojo recibida por la parte es inversamente

proporcional al cuadrado de la distancia desde el emisor. El posicionamiento de los quemadores basado en la forma de la parte y el tamaño debería ser cuidadosamente pensado para maximizar la completa eficiencia en el proceso.

### **Definir el Sistema de Entrega de Aire y Gas de Premezcla**

Si se tomó la decisión de utilizar un horno de gas, el tamaño adecuado del sistema de entrega de aire y gas es crítico. En la fase de diseño, los quemadores de gas despedidos infrarrojos se pueden acoplar al sistema de entrega de aire y gas. En una situación de modificación retroactiva, existe una nueva opción. Un tipo de enchufe y encendido de módulo de funcionamiento y control es comercialmente disponible en una fracción del costo de los componentes individuales. Esta unidad puede encender hasta dos filas de quemadores de diez pies de largo cumpliendo con los códigos NFPA. Tiene un ventilador, mezclador, ensamblaje de válvula de doble bloqueo, transformador de encendido y un módulo de monitoreo de llama en una unidad interna. Esto es simple y asequible para añadir quemadores infrarrojos a cualquier línea de horno o proceso.

La zonificación de los calentadores también puede ser definida en la fase de diseño o agregado en la etapa de conversión utilizando el

módulo de funcionamiento y control. Usando gas infrarrojo, las proporciones rebajadas son típicamente de 2.5:1. Uso eléctrico IR, modulación puede ser tan alto como 10:1.

### **Resumen de Comentarios**

La evolución gradual de revestimientos de base de solventes a recubrimientos en polvo ha hecho considerables progresos. Sin embargo, a menudo va la evolución de hornos de convección a hornos basado en infrarrojos. En los últimos 5-10 años, IR calentador tecnología y métodos de entrega de calor IR han mejorado considerablemente. Hornos más pequeños, más eficientes son ahora posibles. Mayores velocidades de línea pueden lograrse con espesantes del polvo que se producen varios pies al horno, reduciendo el espacio físico, la contaminación y la chatarra.

El cuello de botella de una línea de recubrimiento en polvo es a menudo el secado en horno. De nuevo, la calefacción infrarroja tiene la capacidad de mejorar la eficiencia de los procesos, reducción de desechos y aumentar la productividad.

Una decisión acertada puede utilizarse para determinar metódicamente cómo los rayos infrarrojos deben agregarse a un proceso de recubrimiento. Otras herramientas, como una calculadora BTU, permiten un tamaño óptimo del sistema de calefacción. La tecnología infrarroja está avanzando y también las maneras de aplicarla.