



NOTAS TECNICAS #14 INDUSTRIAL

DIVISION: AISLAMIENTOS (Enero 1997)

LA VERDAD SOBRE EL FACTOR K DE CONDUCTIVIDAD TERMICA

El diseño del aislamiento para equipos calientes es algo más que una simple inserción de datos teóricos de conductividad térmica a fórmulas para la transferencia de calor. El requisito decisivo es el uso del conocimiento práctico obtenido por la experiencia mediante la experimentación y la producción.

INTRODUCCION

Hay indicaciones de que el consumidor actual está demandando mejor funcionamiento de los equipos calientes aislados. Aunque el precio y el estilo pueden continuar siendo "razones para comprar", mas empresas insatisfechas exigen información, servicio, asesoría técnica, mas consumidores conscientes del costo están comprando el aislamiento sobre las bases de la calidad, del soporte técnico, del costo de operación y la habilidad del mismo para ahorrar eficientemente energía y controlar la temperatura superficial.

TEORIA

En la teoría de la transferencia de calor a través del aislamiento, la energía térmica se transfiere de un lugar a otro por tres mecanismos diferentes: conducción, convección y radiación. En la teoría del diseño del aislamiento, el objetivo es minimizar la contribución de cada uno de esos mecanismos en la forma más económica y eficiente. A medida que aumenta la temperatura, también varía la importancia relativa de cada mecanismo, lo cual ocasiona que haya diferentes tipos de aislamiento adecuado para las diversas aplicaciones.

CONDUCTIVIDAD (FACTOR "K")

El factor K de un aislamiento es una unidad utilizada para medir los materiales aislantes de acuerdo a su capacidad de reducir la transmisión de calor, y es una característica de cualquier material que solo depende de la naturaleza y homogeneidad del mismo, y nunca del área, espesor o forma del material.

El factor K en el sistema inglés de unidades, es el número de BTU por hora (Hr), que pasan a través de un pie cuadrado (Pie), en un material de una pulgada (Pulg.), de espesor, con una diferencia de temperatura de un grado Fahrenheit (°F), entre las dos caras del aislamiento.

$$K=BTU*Pulg./Pie * °F$$

FACTORES QUE AFECTAN "K"

Por propósitos prácticos estamos interesados en un número de condiciones físicas cuya variación causarían que aumente o disminuya la conductividad térmica del material de aislamiento.

1. La cantidad y naturaleza del material sólido en el aislamiento; es decir a mayor densidad, mayor factor de conductividad térmica.
2. Tamaño de las cavidades de gas o intersticios.
3. El peso molecular del gas atrapado.

4. La temperatura. En todos los aislamientos, el factor de conductividad aumenta con la temperatura de aplicación. En materiales fibrosos (fibra de vidrio, lana mineral y fibra cerámica), las variables de interes son.

Calidad de la fibra. El diámetro y longitud de las fibras y la presencia de materiales no fibrilados. En la fibra de vidrio se mantiene un cuidadoso control de la composición del vidrio para permitir la producción de fibras finas con poco o ningún material no fibrilado.

Distribución uniforme de las fibras por todo el aislamiento.

En espumas celulares, las variaciones son causadas por:

- Tamaño y orientación de los poros. Estos afectan la convección del gas.
- La uniformidad de densidad por todo el espesor de la pared, la que afecta la conducción sólida.
- Integridad del poro. La retención del gas de peso molecular alto originalmente introducido es necesaria para mantener el " K " original.

UNA MIRADA ESCRUTADORA A " K "

Al sugerir que el ingeniero diseñador debería examinar el " K ", no sugerimos que la integridad de la prueba de datos sea puesta en tela de juicio, sino que el método de comunicación de los datos y que la aplicación propuesta de los datos sea examinada.

Para propósitos de uso práctico, podemos estipular de cuatro, no uno, valores " K " existen para un solo material. Estos son: " K " Comprado o De Venta ", " K instalado " y " K Envejecido ".

" K DE VENTA "

Primero hay " K " de venta o " K " de " Comprado ". Esta es la conductividad térmica publicada para cualquier material de aislamiento, medido a una temperatura media establecida en la industria. La temperatura media estándar aceptada en la industria es de 75°F (24 °C). Teniendo en cuenta que el valor " K " cambia con la temperatura media, usted vende o compra un material con el valor " K " a una temperatura media de 75°F (24°C). Con esta referencia común de temperatura, el material de aislamiento puede ser comprado sobre las bases de su valor "K". Los ingenieros deben examinar los datos de fabricantes para asegurarse que la temperatura media estándar (75°F) ha sido usada para determinar el valor "K".

"K DISEÑADO "

Este valor es determinado por el ingeniero, y es el valor "K" del aislamiento a la temperatura media a la cual el aislamiento es utilizado. Por ejemplo para un reactor:

Temperatura Ambiente	95°F (35°C)
Temperatura Operación	350°F (117°C)
Temperatura Media	223°F (106°C)

Con insul Quick:

$$\text{"K Venta"} = 0.24 \text{ BTU} \cdot \text{Pulg} / \text{Hr} \cdot \text{Pie} \cdot ^\circ \text{F}$$

$$\text{"K Diseño"} = 0.310 \text{ BTU} \cdot \text{Pulg} / \text{Hr} \cdot \text{Pie} \cdot ^\circ \text{F}$$

El "K Diseñado " lo usará el ingeniero para calcular la pérdida del calor en el diseño particular de un aparato. Generalmente el "K Diseñado " será diferente del " K Comprado " medido a 75 °F.

"K ISNTALADO

Este valor "K" de un material estándar (Kcomprado) comprimido a una densidad diferente de un producto estándar para dar un "K Comprado " pra producir un "K" instalado requerido para condiciones particulares de un equipo.

"K ENVEJECIDO"

Este material es el valor "K" después de un largo tiempo de operación. El valor "K" puede cambiar si un material se compacta debido a la gravedad o vibración, o se pone más pesado debido a la absorción de la humedad. En el caso de aislamiento celular lleno de gas, la difusión de gas de peso molecular alto, a través de la pared celular (debido a la pared celular) causará un cambio en "K".

Aquí, los materiales de fibra de vidrio ofrecen la seguridad de funcionamiento comprobada en uso. Una de las ventajas de venta de Fiberglass es su estabilidad dimensional y la retención de propiedades en un amplio lapso y en condiciones variables.

El diseño de vida de un aparato refrigerado, es de 15 a 20 años, podemos tener valores de "K Envejecido" significativos. Pra obtener una indicación de este efecto de edad, en un congelador con aislamiento de espuma operando bajo condiciones normales, después de 18 meses de operación la pérdida de calor encontrada fue de un 5% más grave que cuando la unidad fue comprada nueva. Después de 7 años, el escape de calor fue de un 13 % mas grave que cuando nuevo.

La conclusión tomada de este ejercicio es que la selección del material de aislamiento no es una decisión basada en un directo " más pro menos dinero " o valor "K" más bajo publicado. Cada situación de diseño es un nuevo reto para determinar la mejor relación de costo/funcionamiento. El diseño, prueba e interpretación de los resultados de las pruebas requieren aplicación inteligente de la experiencia ganada por la industria por años de fabricación en un mercado competitivo. El diseñador, no necesariamente está solo. Hay ingenieros de servicio técnico calificados y dispuestos a ayudar al fabricante cuya posición competitiva demanda el mejor compromiso entre estilo y valor.

NOTAS TECNICAS DESARROLLADAS POR LA UNIDAD DE SERVICIOS TECNICOS DE FIBERGLASS, COLECCIONABLES