

05/09/2014



Propiedades Térmicas de los Materiales

Tecnología de los Materiales

Docente: Ing. Janeth Saavedra Vera

Alumno: REYNA MATIENZO, Marcos
0201313054

REYNA MATIENZO, Marcos

PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS MATERIALES.

1. INTRODUCCIÓN:

Por “propiedad térmica” se entiende la respuesta de un material a la aplicación de calor. A medida que un sólido absorbe energía en forma de calor, su temperatura y sus dimensiones aumentan. La selección de materiales para elementos que estarán expuestos a temperaturas elevadas o a temperaturas menores a la temperatura ambiente, a cambios de temperatura y/o a gradientes de temperatura, requiere que el ingeniero de diseño comprenda bien las respuestas térmicas de los materiales. La capacidad calorífica, la dilatación térmica y la conductividad térmica son propiedades críticas en la utilización práctica de los sólidos.

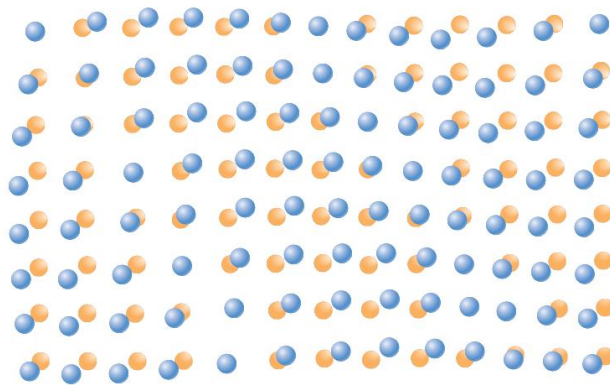
2. CAPACIDAD CALORÍFICA

Cuando se calienta un material sólido, éste experimenta un aumento de temperatura, indicando con ello que alguna energía se ha absorbido. La capacidad calorífica es una propiedad que indica la “habilidad” de un material para absorber calor de su entorno; representa la cantidad de energía necesaria para producir un aumento unitario de la temperatura. En términos matemáticos, la capacidad calorífica C se expresa como sigue:

$$C=dQ/dT$$

donde dQ es la energía necesaria para producir un cambio dT en la temperatura. Generalmente, la capacidad calorífica se expresa por mol de material (por ejemplo, J/mol-K o cal/mol-K). También se emplea la expresión calor específico (identificada por la letra minúscula c), que representa la capacidad calorífica por unidad de masa y tiene diferentes unidades (J/kg-K, cal/g-K, Btu/lbm-°F).

En la mayoría de los sólidos, la principal forma de absorción de la energía térmica es mediante el aumento de la energía vibracional de los átomos. Los átomos en los sólidos están vibrando constantemente a frecuencias muy altas y con amplitudes relativamente pequeñas. En vez de ser independientes entre sí, las vibraciones de los átomos adyacentes están acopladas debido a los enlaces químicos. Estas vibraciones están coordinadas de tal manera que se producen ondas viajeras en la red, un fenómeno que se representa en la figura:



Representación esquemática de la generación de ondas en la red de un cristal mediante vibraciones atómicas.

La energía térmica vibracional de un material consiste en una serie de estas ondas elásticas, que tienen toda una gama de distribuciones y frecuencias. Solamente están permitidos ciertos valores de energía (se dice que la energía está cuantizada), y un cuanto de energía vibracional es un **fonón**. (El fonón es análogo al cuanto de radiación electromagnética, el **fotón**.)

3. DILATACIÓN TÉRMICA



Los dientes de una articulación de expansión de un puente. Se requieren estas articulaciones para dar cabida a los cambios de longitud resultado de la expansión térmica.

La mayoría de los materiales se expanden cuando son calentados y se contraen cuando son enfriados. El aumento en la temperatura hace que el líquido se expanda en los termómetros de líquido en un tubo y que las tiras bimetálicas se doblen. Las cubiertas de puentes necesitan articulaciones y soportes especiales que den margen a la expansión. Una botella totalmente llena de agua y tapada se revienta al calentarse; pero podemos aflojar la tapa metálica de un frasco vertiendo agua caliente sobre ella. Éstos son ejemplos de *expansión térmica*.

El cambio de longitud con la temperatura en un material sólido puede expresarse de la siguiente manera:

$$\frac{l_f - l_0}{l_0} = \alpha_l(T_f - T_0) \quad \text{o bien;} \quad \frac{\Delta l}{l_0} = \alpha_l \Delta T$$

donde l_0 y l_f representan, respectivamente, las longitudes inicial y final al cambiar la temperatura de T_0 a T_f . El parámetro α_l se denomina coeficiente lineal de dilatación térmica; es una propiedad de los materiales que indica el grado de dilatación de un material cuando es calentado, y sus unidades son el recíproco de la temperatura [$(^\circ\text{C})^{-1}$ o $(^\circ\text{F})^{-1}$]. Desde luego, el calentamiento o el enfriamiento modifican todas las dimensiones del cuerpo, con el cambio de volumen resultante.

<i>Material</i>	c_p (J/kg-K) ^a	α_l [($^\circ\text{C}$) ⁻¹ × 10 ⁻⁶] ^b
Aluminio	900	23.6
Cobre	386	17.0
Oro	128	14.2
Hierro	448	11.8
Níquel	443	13.3
Plata	235	19.7
Tungsteno	138	4.5
Acero 1025	486	12.0
Acero inoxidable 316	502	16.0
Latón (70Cu-30Zn)	375	20.0
Kovar	460	5.1
(54Fe-29Ni-17Co)		
Invar (64Fe-36Ni)	500	1.6
Súper Invar	500	0.72
(63Fe-32Ni-5Co)		

Tabla de coeficientes de dilatación de los principales metales, nótese los coeficientes muy bajos para las aleaciones de Invar.

Los cambios de volumen con la temperatura pueden calcularse a partir de:

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \alpha_v \Delta T$$

En aquellos materiales en los cuales la dilatación térmica es isotrópica, α_v es igual a $3\alpha_l$ aproximadamente.

4. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

La conducción térmica es el fenómeno por el cual el calor de una sustancia es transportado desde las regiones de alta temperatura a las regiones de baja temperatura. La capacidad de un material para transferir calor se conoce como conductividad térmica y se define mejor por medio de la expresión:

$$q = -k \frac{dT}{dx}$$

La Conductividad Térmica es la propiedad física de cualquier material que mide la capacidad de conducción del calor a través del mismo. La magnitud inversa de la conductividad térmica es la resistencia térmica (capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor).

La conductividad térmica es una capacidad elevada en los metales y en general en cuerpos continuos, y es más baja en los gases, siendo muy baja en algunos materiales especiales tales como la fibra de vidrio, denominados por ello, aislantes térmicos. Para generar la conducción térmica se necesita una sustancia, por tal razón, es nula en el vacío.

El coeficiente de conductividad térmica (k) caracteriza la cantidad de calor necesario por m^2 , para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1 °C de temperatura entre las dos caras.

Este es un mecanismo molecular de transferencia de calor que se genera por la excitación de las moléculas. Se presenta en todos los estados de la materia con predominancia en los sólidos.

En mayor o menor medida, todos los materiales oponen resistencia al paso del calor a través de ellos. Los metales son los que tienen menor resistencia, por ello se dice que tienen buena conductividad térmica. Los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros) tienen una resistencia media.

Los materiales que ofrecen una alta resistencia térmica se llaman aislantes térmicos específicos o sencillamente, aislantes térmicos.

De tal modo que el comportamiento de los cerramientos y en general de los componentes de la construcción, tienen un papel doble desde el punto de vista térmico; por un lado, uno puramente de resistencia y otro, al que se le da mucha menor importancia, que es el capacitivo o inercial.

El resistivo depende directamente del espesor e inversamente del coeficiente de conductividad térmica, y el capacitivo es directamente proporcional al calor específico, al espesor y a la densidad.

Por lo tanto, los muros de gran espesor, construidos antiguamente, consiguen resistencias y capacidades elevadas.

5. ESFUERZO TÉRMICO

Si sujetamos rígidamente los extremos de una varilla para evitar su expansión o contracción y luego variamos la temperatura, aparecerán esfuerzos de tensión o compresión llamados esfuerzos térmicos. La varilla quiere expandirse o contraerse, pero las abrazaderas no la dejan. Los esfuerzos pueden ser tan grandes que deformen irreversiblemente la varilla o incluso la rompan.

Los ingenieros deben tomar en cuenta el esfuerzo térmico al diseñar estructuras. Las autopistas de hormigón y las cubiertas de puentes suelen tener espacios entre secciones, llenos con material flexible o salvados por dientes que embonan con la finalidad de permitir la expansión y contracción del hormigón.

Las tuberías de vapor largas tienen juntas de expansión o secciones con forma de U para evitar que se pandeen o estiren al cambiar la temperatura. Si un extremo de un puente de acero está fijo rígidamente a su estribo, el otro por lo regular descansa en rodillos.



Puente de elementos de acero, nótese que presenta un descanso intermedio de rodillo.

Para calcular los esfuerzos térmicos en un elemento, considere primero un sólido homogéneo e isótropo en forma de barra que se calienta o que se enfría uniformemente; es decir, no se imponen gradientes de temperatura. En el caso de dilatación o contracción libres, la barra estará libre de esfuerzos. Sin embargo, si el movimiento axial de la barra se restringe mediante apoyos fijos en los extremos, se introducen esfuerzos térmicos. La magnitud del esfuerzo σ resultante de un cambio de temperatura de T_0 a T_f es

$$\sigma = E\alpha_l(T_f - T_0) = E\alpha_l\Delta T$$

donde E es el módulo de elasticidad y α_l es el coeficiente lineal de dilatación térmica. Al calentar ($T_f > T_0$), el esfuerzo es de compresión ($\sigma < 0$), ya que se ha restringido la dilatación de la barra. Por supuesto, si la barra se enfría ($T_f < T_0$), se impondrá un esfuerzo a tracción ($\sigma > 0$). Asimismo, el esfuerzo de la ecuación es el mismo que el que se requeriría para comprimir (o alargar) elásticamente la barra de nuevo a

su longitud original después que se ha dilatado (o contraído) libremente con un cambio de temperatura $T_0 - T_f$.

BIBLIOGRAFÍA

- ✚ Callister, William. (1996). Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Barcelona: Reverté.

- ✚ Mamlouk, Michael & Zaniewski, John. (2009). Materiales para Ingeniería Civil. México D.F: Pentice Hall.

- ✚ Sears, Zemansky & Freedman, Young. (2009). Física Universitaria. México D.F: Pearson Education.

- ✚ Construmática, Portal de Ingeniería y Construcción. Recuperado el 05/09/2014 en: http://www.construmatica.com/construpedia/Conductividad_T%C3%A9rmica