

UNIDAD 3

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Son el conjunto de características que hacen que un material se comporte de una manera determinada, ante estímulos externos .

¿Por qué es importante el estudio de las propiedades de los materiales?

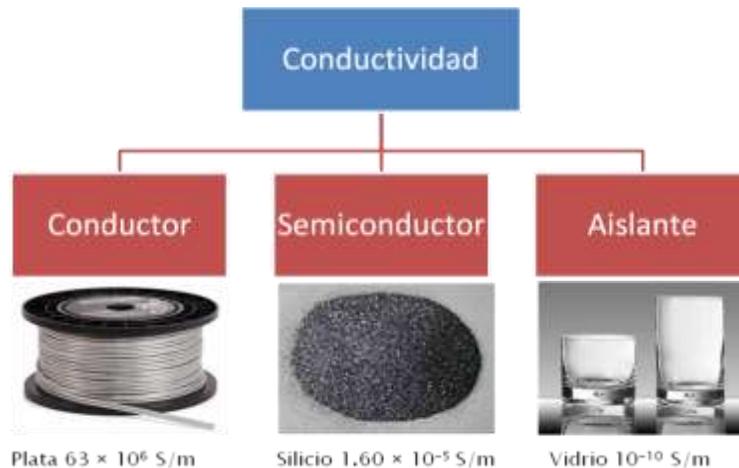
- ▶ Mejorar las características del producto.
- ▶ Mejorar los procesos de fabricación.
- ▶ Hacer más rentables los procesos.

3.1 PROPIEDADES ELECTRICAS Y MAGNÉTICAS

Propiedades Electricas

Los materiales se pueden clasificar com:

- **CONDUCTORES:** Son aquellos con gran número de electrones en la Banda de Conducción, es decir, con gran facilidad para conducir la electricidad (gran conductividad). Todos los metales son conductores, unos mejores que otros.
- **SEMICONDUCTORES:** Son materiales poco conductores, pero sus electrones pueden saltar fácilmente de la Banda de Valencia a la de Conducción, si se les comunica energía exterior. Algunos ejemplos son: el Silicio, el Germanio, el Arseniuro de Galio; principalmente cerámicos.
- **AISLANTES O DIELECTRICOS:** Son aquellos cuyos electrones están fuertemente ligados al núcleo y por tanto, son incapaces de desplazarse por el interior y, consecuentemente, conducir. Buenos aislantes son por ejemplo: la mica, la porcelana, el poliéster; en lo que integran una gran cantidad de materiales cerámicos y materiales polímeros.



La conductividad eléctrica es la capacidad de un medio o espacio físico de permitir el paso de la corriente eléctrica a su través. También es definida como la propiedad natural característica de cada cuerpo que

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

representa la facilidad con la que los electrones pueden pasar por él. CONDUCTIMETRIA DE LOS MATERIALES

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Un método sencillo para medir la conducción eléctrica, está relacionado con la Ley de Ohm

$$i = \frac{V}{R}$$

Donde:

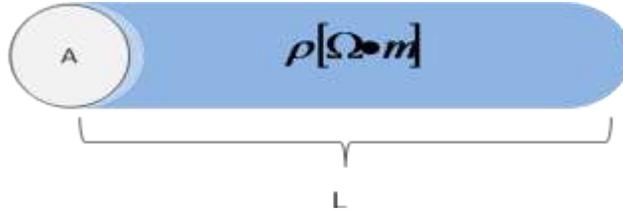
i = La magnitud del flujo de corriente (A=C/s)

R = Resistencia a través del circuito (Ohms)

V = Voltaje (volts)

Pero la resistencia depende de la geometría y del material

$$R = \rho \frac{L}{A}$$



Si	Entonces
L aumenta	R aumenta
A aumenta	R disminuye

Resistividad VS Conductividad

La resistividad es una propiedad sensible a la microestructura.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = \frac{L}{\sigma A}$$

Combinando

$$i = \frac{V}{R}$$

$$\frac{I}{A} = \sigma \frac{V}{L}$$

$$J = \sigma E$$

Donde

I/A es la densidad de corriente J (A/cm²)

V/L es el campo eléctrico E (V/cm)

POTENCIA ELÉCTRICA

Es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el SI es el vatio o watt.

Potencia en corriente continua

Cuando se trata de corriente continua (CC) la potencia eléctrica desarrollada en un cierto instante por un dispositivo de dos terminales, es el producto de la diferencia de potencial entre dichos terminales y la intensidad de corriente que pasa a través del dispositivo. Por esta razón la potencia es proporcional a la corriente y a la tensión. Esto es,



PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$$P = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = V \cdot I$$

Donde:

- ▶ I es el valor instantáneo de la corriente
- ▶ V es el valor instantáneo del voltaje. Si I se expresa en amperios y V en voltios, P estará expresada en watts (vatios). Igual definición se aplica cuando se consideran valores promedio para I, V y P.

Cuando el dispositivo es una resistencia de valor R o se puede calcular la resistencia equivalente del dispositivo, la potencia también puede calcularse como

$$P = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$$

CONDUCCIÓN EN POLÍMEROS

Los polímeros tienen una estructura de banda con una gran brecha de energía, lo cual indica que su conductividad eléctrica es bien baja. Esto se debe a que los electrones de valencia en estos tipos de materiales toman parte en enlaces covalentes. Los polímeros por ello se utilizan en aplicaciones en los cuales se requieren aislamiento eléctrico para evitar cortocircuitos y descargas. Los polímeros en pocas palabras consisten en un buen material dieléctrico. No obstante debido a la baja conductividad, en muchos casos suelen acumular electricidad estática y crean campos electroestáticos que producen daños a los materiales que aíslan debido a las pequeñas descargas contrarias que llegan a causar.

CONDUCTIVIDAD EN LOS CERÁMICOS: PROPIEDADES DIELECTRICAS

La mayoría de los materiales cerámicos no son conductores de cargas móviles, por lo que no son conductores de electricidad. Cuando son combinados con fuerza, permite usarlos en la generación de energía y transmisión. No así una subcategoría del comportamiento eléctrico aislante de los cerámicos la propiedad dieléctrica. Un buen material dieléctrico es aquel que es capaz de mantener el campo magnético a través de él y sin inducir pérdida de energía. Los materiales cerámicos es usada para la pérdida progresiva de di electricidad de alta frecuencia, usada en aplicaciones como microondas y radio transmisores. A partir de esto, los materiales dieléctricos o aislantes se emplean en los condensadores para separar físicamente sus placas y para incrementar su capacidad al disminuir el campo eléctrico y por tanto, la diferencia de potencial entre las mismas.

TEORIA DE SUPERCONDUCTIVIDAD: MATERIALES METÁLICOS Y CERÁMICOS

Al reducir paulatinamente la temperatura de un material cerca del cero absoluto, las vibraciones entre los átomos disminuyen gradualmente hasta ser un valor nulo. A partir de esta afirmación, se puede concretar la teoría de los materiales superconductores. Esta establece que cuando ciertos cristales son llevados a temperaturas que tienden al cero absoluto, la resistividad eléctrica de aquel material se vuelve nula, de esta manera la corriente puede fluir libremente por el material (sin colisiones y en zigzag). Aun cuando no es factible reducir la temperatura hasta el cero absoluto, ciertos materiales (por lo general semiconductores e incluso materiales impuros) presentan tal comportamiento a valores por encima de dicho valor.

MATERIALES METÁLICOS SUPERCONDUCTORES

En algunos metales aparece un efecto de superconductividad cuando son enfriados a muy baja temperatura. Su resistencia desaparece por debajo de una temperatura crítica que es específica para cada material. Ciertos metales; especialmente aquellos que tienen bajas temperaturas de fusión y son mecánicamente suaves y de fácil obtención en un alto grado de pureza y libres de esfuerzos mecánicos internos o residuales, y así exhiben semejanzas en su comportamiento en el estado superconductor. Estos materiales superconductores reciben el nombre de superconductores Tipo I. En cambio, el comportamiento de muchas aleaciones y de algunos de los metales impuros es complejo e individual, particularmente con respecto a la forma cómo resultan

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

afectados en el estado superconductor en presencia de un campo eléctrico o magnético. Estos superconductores se denominan superconductores Tipo II.

MATERIALES CERÁMICOS SUPERCONDUCTORES

Existen superconductores cerámicos los cuales son materiales comúnmente denominados como perovskitas. Las perovskitas son óxidos metálicos que exhiben una razón estequiométrica de 3 átomos de oxígeno por cada 2 átomos de metal; son también típicamente mezclas de muchos diferentes metales. Por ejemplo, un caso es el superconductor $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$, en el cual los metales presentes son el Itrio, Bario y Cobre. Las perovskitas como material cerámico, comparten muchas propiedades con otros cerámicos

POLARIZACIÓN Y PIEZOELECTRICIDAD:

METALES SEMICONDUCTORES Y CERÁMICOS

Es importante explicar que cuando uno aplica un campo magnético a un metal semiconductor o un cerámico, se genera la formación y el movimiento de dipolos contenidos en un material. Estos dipolos son átomos o grupos de átomos que tienen carga desequilibrada, no así en el caso a de la aplicación de un campo eléctrico dichos dipolos se alinean causando una polarización. La polarización ocurre cuando un lado de este átomo o molécula se hace ligeramente más positivo o negativo que el lado opuesto, es decir, se crean dipolos debidos al campo eléctrico. Existen cuatro mecanismos de polarización:

- Polarización electrónica: Consiste en la concentración de los electrones en el lado del núcleo más cercano al extremo positivo del campo. Esto produce una distorsión del arreglo electrónico, y así el átomo actúa como un dipolo temporal inducido. Este efecto, que ocurre en todos los materiales es pequeño y temporal.
- Polarización iónica: Los enlaces iónicos tienden a deformarse elásticamente cuando se colocan en un campo eléctrico debido a las fuerzas que actúan sobre los átomos a más de las de enlaces. En consecuencia la carga se redistribuye dentro del material microscópicamente. Los cationes y aniones se acercan o se alejan dependiendo de la dirección de campo causando polarización y llegando a modificar las dimensiones generales del material.
- Polarización molecular: Algunos materiales contienen dipolos naturales, de modo que cuando se les aplica un campo giran, hasta alinearse con él. No obstante, existen algunos materiales como es el caso del titanato de bario, los dipolos se mantienen alineados a pesar de haberse eliminado la influencia del campo externo.

PIEZOELECTRICIDAD PROPIEDAD ELÉCTRICA DE LOS CERÁMICOS

Los materiales piezoeléctricos transforman la energía mecánica (o energía sonora) en energía eléctrica (efecto piezoeléctrico directo), y así lo que ocurre es que al someter el material a la acción mecánica de la compresión o tracción, las cargas de la materia se separan y esto da lugar a una polarización de la carga; o puede ocurrir lo opuesto (efecto piezoeléctrico inverso). Esta polarización es la causante de que salten las chispas.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Propiedades Magnéticas

Ferromagnetismo

El ferromagnetismo es el ordenamiento magnético de todos los momentos magnéticos de una muestra, en la misma dirección y sentido. Un material ferromagnético es aquel que puede presentar ferromagnetismo. La interacción ferromagnética es la interacción magnética que hace que los momentos magnéticos tiendan a disponerse en la misma dirección y sentido. Ha de extenderse por todo un sólido para alcanzar el ferromagnetismo.

Generalmente, los ferromagnetos están divididos en dominios magnéticos. En cada uno de estos dominios, todos los momentos magnéticos están alineados. En las fronteras entre dominios hay cierta energía potencial, pero la formación de dominios está compensada por la ganancia en entropía. Al someter un material ferromagnético a un campo magnético intenso, los dominios se alinean con éste, dando lugar a un monodominio. Al eliminar el campo, el dominio permanece durante cierto tiempo.

Paramagnetismo

El paramagnetismo es la tendencia de los momentos magnéticos libres (espín u orbitales) a alinearse paralelamente a un campo magnético. Si estos momentos magnéticos están fuertemente acoplados entre sí, el fenómeno será ferromagnetismo o ferrimagnetismo.

Este alineamiento de los dipolos magnéticos atómicos con un campo externo tiende a fortalecerlo. Esto se describe por una permeabilidad magnética superior a la unidad, o, lo que es lo mismo, una susceptibilidad magnética positiva (y pequeña).

En el paramagnetismo puro, el campo actúa de forma independiente sobre cada momento magnético, y no hay interacción entre ellos. En los materiales ferromagnéticos, este comportamiento también puede observarse, pero sólo por encima de su temperatura de Curie.

Los materiales paramagnéticos sufren el mismo tipo de atracción y repulsión que los imanes normales, cuando están sujetos a un campo magnético. Sin embargo, al retirar el campo magnético, la entropía destruye el alineamiento magnético, que ya no está favorecido energéticamente.

Diamagnetismo

El diamagnetismo es una propiedad de los materiales que consiste en repeler los campos magnéticos tanto el polo norte como el sur. El fenómeno del diamagnetismo fue descubierto y nominado por primera vez en Septiembre de 1845 por Michael Faraday.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Generalmente, el diamagnetismo se justifica por la circulación de los electrones en los orbitales doblemente ocupados. Como en un cable de un material conductor, la circulación de los electrones se produce en el sentido en el que el campo magnético que generan se opone al campo aplicado, generando una repulsión (efecto Hall). Por este mismo mecanismo, los superconductores presentan un diamagnetismo extraordinariamente alto.

Materiales diamagnéticos son por ejemplo: bismuto, grafito, plata, agua.

Susceptibilidad magnética

La susceptibilidad magnética es el grado de magnetización de un material, en respuesta a un campo magnético. En física se denomina permeabilidad magnética a la capacidad de una sustancia o medio para atraer y hacer pasar a través suyo los campos magnéticos, la cual está dada por la relación entre la intensidad de campo magnético existente y la inducción magnética que aparece en el interior de dicho material.

PERMEABILIDAD MAGNÉTICA

En física se denomina permeabilidad magnética a la capacidad de una sustancia o medio para atraer y hacer pasar a través suyo los campos magnéticos, la cual está dada por la relación entre la intensidad de campo magnético existente y la inducción magnética que aparece en el interior de dicho material.

3.2 PROPIEDADES TÉRMICAS

Se sabe que los materiales cambian sus propiedades con la temperatura. En la mayoría de los casos las propiedades mecánicas y físicas dependen de la T° a la cual el material se usa o de la T° a la cual se somete el material durante su procesamiento.

CAPACIDAD CALÓRICA:

Un material sólido cuando se calienta, experimenta un incremento en la T° , lo que significa que algo de energía ha sido absorbida. La capacidad calórica es una propiedad que es indicativa de la habilidad de un material para absorber calor de los alrededores. Esta representa la cantidad de energía requerida para producir un aumento de la unidad de T° (1°C ó 1°K).

En términos matemáticos la capacidad calórica C se expresa como:

$$C = dQ$$

Donde

dQ es la energía requerida para producir un dT (diferencial) o cambio de temperatura.

Normalmente la capacidad calórica se expresa por mol de material ($\text{J/mol}^\circ\text{K}$) ó ($\text{cal/mol}^\circ\text{K}$). También se usa el termino calor específico c , que representa la capacidad calórica por unidad de masa ($\text{J/kg}^\circ\text{K}$) ó ($\text{cal/kg}^\circ\text{K}$). Hay realmente dos formas en las cuales se puede medir esta propiedad, de acuerdo a las condiciones ambientales que acompañan la transferencia de calor.

Una es la capacidad calórica mientras se mantiene el volumen constante, C_v , y

el otro es manteniendo la presión exterior constante, denotada por C_p . La

magnitud de C_p es mayor que la de C_v , pero esta diferencia es muy pequeña

para la mayoría de sólidos a T° ambiental y por debajo.

Capacidad Calórica Vibracional:

En la mayoría de los sólidos el principal modo de asimilación de energía térmica es por el incremento de energía vibracional de los átomos. Los átomos en los materiales sólidos están vibrando continuamente a muy alta frecuencia y con relativamente pequeñas amplitudes. Las vibraciones de átomos adyacentes son

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

acopladas en virtud de los enlaces atómicos. Esas vibraciones son coordinadas de tal forma que se producen ondas que viajan en la red.

Conductividad Térmica	Fusibilidad	Soldabilidad	Dilatación
<ul style="list-style-type: none">• Es la propiedad de los materiales de transmitir el calor.	<ul style="list-style-type: none">• Es la facilidad con que un material puede fundirse.	<ul style="list-style-type: none">• Es la facilidad de un material para poder soldarse consigo mismo o con otro material.	<ul style="list-style-type: none">• Es el aumento de tamaño que experimenta un material cuando se eleva su temperatura

P L A T A		
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	TEMPERATURA DE FUSIÓN	COEFICIENTE DE DILATACIÓN
429 W/(K·m)	1234.93 K	$2.0 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$

3.3 PROPIEDADES QUÍMICAS

Uno de los factores que limitan de forma notable la vida de un material es la alteración química que puede experimentar en procesos de oxidación o corrosión. Por ello, resulta imprescindible conocer las propiedades químicas de los materiales para así poder determinar su mayor o menor tendencia a sufrir procesos de este tipo.

Oxidación

Cuando un material se combina con el oxígeno, transformándose en óxidos más o menos complejos, se dice que experimenta una reacción de oxidación. De una forma esquemática, se puede representar el proceso de oxidación de la siguiente manera:



El signo + que precede a la energía indica que la reacción es exotérmica y, en consecuencia, transcurre hacia la formación del óxido. En cambio, si la reacción es endotérmica (signo - para la energía), puede deducirse que el material será de difícil oxidación.

Cuando un material se encuentra situado en una atmósfera oxidante, su superficie se oxida más o menos rápidamente; el óxido que se forma se deposita en la parte exterior del material recubriéndolo por completo. Para que el proceso de oxidación continúe en esa situación, el material o el oxígeno deben atravesar, por difusión, la capa de óxido, que se comporta oponiéndose tanto al movimiento de los átomos de oxígeno como a los del material. Existen capas de óxidos que presentan mayor oposición a este movimiento que otras.

Para aumentar su resistencia a la oxidación, el acero dulce se alea con otro material (por ejemplo, con cromo, aluminio o silicio) que tenga una energía de oxidación mayor y una velocidad de oxidación menor que la suya.

En ese caso, el material añadido se oxida primero debido a su mayor energía de oxidación; pero al formarse una capa de óxido el proceso de oxidación se frena, transcurriendo a partir de entonces a una velocidad muy lenta. A este respecto, el mejor aditivo es el cromo, pues, pese a tener una energía menor y una velocidad de oxidación mayor que el aluminio o el silicio, en la aleación influye la facilidad con la que los átomos de estos elementos se mezclan con el hierro.

Cuanto mayor sea la temperatura a la que se encuentra sometido un material, mayor será la velocidad a la que se produce su oxidación, pues un aumento de temperatura activa el proceso de difusión de los átomos del material y del oxígeno en la capa de óxido. Un aumento en la presión del oxígeno existente en el exterior se comporta de manera similar.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los aceros dulces (aleaciones de hierro con bajo contenido en carbono) son materiales baratos, resistentes mecánicamente y fáciles de conformar; sin embargo, se oxidan rápidamente.

A la vista de estas energías, se podría pensar que una sustancia se oxidaría tanto más rápidamente cuanto mayor fuese la energía liberada en el proceso; sin embargo, esto no sucede así en la realidad.

Corrosión

Cuando la oxidación de un material concreto se produce en un ambiente húmedo o en presencia de otras sustancias agresivas, se denomina corrosión. Ésta es mucho más peligrosa para la vida de los materiales que la oxidación simple, pues en un medio húmedo la capa de óxido no se deposita sobre el material, sino que se disuelve y acaba por desprenderse.

La corrosión no se verifica de una manera uniforme, sino que existen determinados puntos del material donde el ataque es mayor. Esto da lugar a la formación de importantes fisuras, que pueden llegar a producir una rotura por fatiga o una fractura frágil del material, si éste se encuentra soportando una tensión de forma cíclica (cambiando de sentido o de intensidad periódicamente) o bien a baja temperatura

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

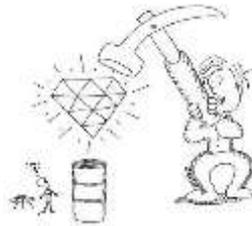
3.4 PROPIEDADES MECÁNICAS

Dureza: es la resistencia de un cuerpo a ser penetrado por otro.

Tenacidad: es la energía total que absorbe un material antes de romperse, por acumulación de dislocaciones.



Fragilidad: es la propiedad que presentan los materiales para romperse fácilmente cuando son golpeados.

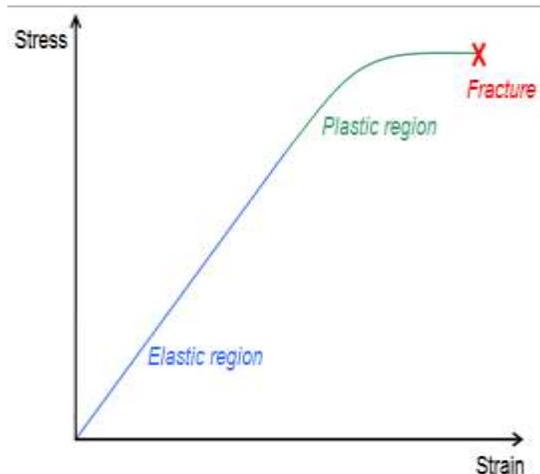


Ductilidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse obteniendo hilos.

Maleabilidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse obteniendo láminas.

Elasticidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de volver a su estado inicial cuando se aplica una fuerza sobre él

Plasticidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse permanente e irreversiblemente.



MODULO DE YOUNG (ELONGACIÓN-ESFUERZO)