

ANALISIS TERMICO

Análisis Térmico: es uno de los métodos para lograr información necesaria para construir in diagrama de equilibrio.

Aleación: sustancia formada por la combinación de dos o más elementos donde por la menos uno de ellos es un metal y eso le da carácter metálico.

Clasificación de las aleaciones

- Homogénea: cuando está formada por una sola fase.
- Heterogénea: cuando está formada por dos o más fases.

Fase: es toda parte homogénea de un sistema que es físicamente diferenciable de las de más partes de ese sistema.

Alotropía: cambio de fase que ocurre en un metal puro a diferentes temperaturas cuando este se encuentra en estado sólido.

Tipos de fases

- Metales puros: solidifican o funden a la misma temperatura la cual es constante y característica de cada metal presentan una sola fase.
- Compuestos químicos: tipos de fase en estado sólido formada por elementos que poseen valencia opuestas. Tienen características diferentes a los elementos que la componen. Composición química en proporciones definidas por lo tanto responden a una formula química. Presentan un punto de fusión o solidificación cuya temperatura es definida y solamente se comporta como metal puro pero no lo es. En el diagrama de equilibrio se presenta como una línea vertical.
- Soluciones sólidas: formada por un soluto y un disolvente donde el disolvente está en mayor cantidad. A mayor temperatura mayor solubilidad. Solidifican en un rango definido de temperatura. Pueden ser insaturada: menor cantidad de soluto que puede disolver en el disolvente. Saturada: máxima cantidad de soluto que se puede disolver en el disolvente. Sobresaturada: mayor cantidad de soluto que se puede disolver en el disolvente.

Curvas de enfriamiento: gráfico que relaciona la temperatura en función del tiempo, del comportamiento del material.

Diagrama de equilibrio: es un gráfico de temperatura vs composición donde se interrelaciona todas las fases presentes a cualquier temperatura y concentración pueden ser totalmente soluble, insoluble parcialmente insoluble.

Método para construir un diagrama de equilibrio:

- Método metalografico. Consiste en definir el sistema luego se toma muestras de una aleación calentándolas a diferentes temperaturas u manteniéndolas a esta temperatura hasta establecer un equilibrio, luego se enfría rápidamente la muestra con el objeto de conservar la estructura que se tenía a altas temperaturas.

- Rayos X: por medio de ellas se puede medir las dimensiones de la red cristalinas de esa manera se observa la aparición de una nueva fase por la variación que experimenta la red.
- Análisis térmico: se define el sistema se tomen varias aleaciones calentándolas y dejándolas enfriar.

PROCESO DE FUNDICIÓN

Fundición: proceso para el fabricar piezas, el cual consiste en vaciar un metal en estado líquido en un molde de manera que cuando el líquido solidifica ya está la pieza. La pieza obtenida por fundición tiene la ventaja que tienen las mismas propiedades en cualquier parte de ella.

Arena de fundición: es una mezcla de sílice un aglomerante y humedad los cuales van a estar en proporciones definidas.

Sílice: sirve de material refractario.

Aglomerante: debe darle y mantener la forma.

Humedad: desarrolla la plasticidad necesaria del aglomerante.

Molde en arena verde: la colada se realiza justo después de fabricar el molde es decir. Se utiliza justo directamente el molde sin hacerle un tratamiento.

Macho o noyo: pieza que se produce o se crea con arena sintética, sílice mas aglomerante especial.

Modelo: replica de la pieza reproducir. Se utilizan varios tipos de materiales para su fabricación siendo el más utilizado la madera. Deben considerarse todas las tolerancias al momento de contracción del líquido.

Arena sintética: son los que se han sometido al lavado para solo dejar sílice, que luego se unirá con un aglomerante. La cantidad de humedad es mínima es más costosa, refractaria, y de mejor acabado.

Condiciones requeridas para una fundición:

- Molde de cavidad (refractario): debe tener la forma y tamaño de la pieza que se quiere obtener. El material con que se hace es refractario. Debe reproducir los detalles de la pieza.
- Equipos para fundir (horno): equipo especial capaz de fundir el metal.
- Efectuar la colada (llenar el molde): mediante el proceso de colada el vaciado se puede introducir el metal líquido en el molde.
- Sacar la colada: manera de sacar la pieza solidificada del molde.
- Acabado: consiste en la eliminación de partes que no pertenecen a la pieza.

Tipos de proceso de fundición:

- Fundición en casquete: el molde se obtiene de una mezcla formada por arena silicia (SiO_2 óxido de sílice) aglomerada con una resina plástica termofraguante. Se requiere de un modelo metálico que se pre-calienta a 200°C y se recubre con la mezcla, para obtener de esa forma una concha (casquete) que servirá de molde. El espesor del molde dependerá del tiempo que este en contacto el molde con la mezcla. El molde se destruye cada vez que se obtiene una pieza.

- Fundición en molde permanente: se utiliza un molde metálico que permita ser abierto, en su interior esta la cavidad. La colada es por gravedad. Los moldes son costosos pero utilizarlos significa tener una productividad bastante alta, por el hecho de que no se destruye cada vez que se obtiene la pieza. Se utiliza en la fabricación de piezas pequeñas con punto de fusión bajo, aunque se utiliza en la colada de hierro.
- Fundición en matrices: similar a la fundición en el molde permanente en cuanto a molde y preparación del molde. Se diferencia con respecto a la colada que es por presión el metal líquido se inyecta a presión hasta que se garantice que el metal solidifica. Este tipo de colada presenta problemas de gases atrapados.
- Fundición centrífuga: se aprovecha la fuerza centrífuga para llenar el molde progresivamente. Se utilizan moldes de arena y metálicos. Se usan en la producción de tubos, caños grandes.
- Fundición por revestimiento: se usa un modelo hecho de cera, el material del molde es de yeso. El proceso consiste en recubrir el modelo con yeso que luego al ser calentado solo queda el caparazón de yeso. Se utiliza para la elaboración de piezas pequeñas a gran presión, piezas dentales, armas.

ENSAYOS MECÁNICOS

Tensión: esfuerzo aplicados a un cuerpo.

Limite de proporcionalidad: máximo esfuerzo aplicado hasta donde se cumple la proporcionalidad entre esfuerzos aplicados y las deformaciones producidas, hasta ese punto se cumple la ley de hook.

Limite elástico: máximo esfuerzo que al dejar de actuar no produce deformaciones permanentes en el cuerpo. Divide la curva en zona elástica y plástica.

Limite o punto de fluencia: esfuerzo superior al limite elástico donde ocurren deformaciones permanentes sin incrementos de esfuerzos aplicados. Es visible en los materiales dúctiles pero en frágiles y duros no. Ubicamos el punto en 0.2% ó en la gráfica se traza una paralela a la recta donde une a la curva es el punto de fluencia.

Resistencia a la tracción: mayor esfuerzo aplicado durante el ensayo.

Carga de ruptura: máxima carga que soporta el material justo antes de romperse.

Modulo de yong: relación que existe entre los esfuerzos y las deformaciones en la zona elástica. Nos da una idea de lo que soporta el material. Es la pendiente de la curva en la parte elástica.

Ductilidad: es la cantidad de deformación plástica que puede tener un material hasta que el material se rompa.

Resiliencia: cantidad de energía que pueda absorber una unidad de volumen del material en la zona elástica. Viene dada por el área bajo la curva en la zona elástica.

Tenacidad: cantidad de energía requerida para romper el material. Viene dada por el área bajo la curva. Se mide mediante ensayo de impacto.

Ensayo de impacto: ensayo destructivo que requiere el uso de una probeta normalizada. Mide la tenacidad (sí el material es dúctil absorbe mucha energía y sí es frágil absorbe poca).

Tipos de ensayo de impacto:

- Charpy: la probeta se coloca en posición horizontal simplemente apoyada. Se utiliza un mazo puntiagudo.
- Izod: la probeta se coloca en posición vertical. Se utiliza un mazo en forma redondeada. Medir la energía para romper la muestra.

Ensayo de dureza: mide la resistencia de un material al ser indentado, penetrado. o rayado.

Tipos de ensayo de dureza:

- Brinell: el penetrador es una esfera de acero duro cuyos diámetros son 10–5–2.5–1.25–1 mm. Las cargas que se aplican son variables. La carga máxima aplicable es de 300Kg, La relación: de carga viene dada por $P=30 D^2$ $P=5 D^2$

El ensayo consiste en dejar una huella en la muestra con el penetrador, con la ayuda del microscopio se mide el diámetro de la huella y después de a cuerdo a las tablas identificar el grado de dureza del material.

- Vicker: el penetrador utilizado es un elemento de base cuadrada que en su caras opuestas forman un ángulo de 136° . Las cargas aplicadas van de 1–120Kg. (las más usadas son 30–50Kg). El ensayo consiste en dejar la huella del indentador en la pieza y con la ayuda del microscopio medir las diagonales de la huella saca un promedio utilizando la formula $DV=1.854P/D$.
- Rockwell: se basa el medir la diferencia de penetración que hay en aplicar una carga inicial de 10Kg y una final mayor (60–100–150). Se clasifican en:
- Rocwell B: el penetrador usado es una esfera de acero duro de 1/16" de diámetro. La carga inicial es de 10Kg. Y la final de 100KG. Se utiliza para medir la dureza de materiales blandos.
- Rockwell C: el penetrador utilizado es de diamante con forma esfero– cónica cuya esfera tiene un radio de 0.2 mm. La carga inicial es de 10Kg. Y la carga final de 150Kg. Se utiliza para medir la dureza de los materiales duros. La dureza del material la da directamente el aparato de medición.

DEFECTOS MACROSCOPICOS

Estructura dendritica: se forma en el primer proceso de solidificación cuando la temperatura del líquido es muy cercana a la de solidificación la que permite que se formen núcleos que comiencen a crecer en todas partes y en diferentes direcciones y cuando se consiguen en su interior queda líquido atrapado. Los núcleos se observan de un color brillante porque es el metal más puro, y menos brillante porque es la impureza del metal.

Segregaciones: se forman durante la solidificación. Son producto d las impurezas contenidas en el metal o contenidas en la lingotera. Son las ultimas en solidificarse y se observan en el centro.

Porosidades: se forman durante la solidificación: son producto de aire o gases acumulados en el material líquido que al ser vertido en el molde quedan atrapados y no salen adecuadamente, formándose burbujas en el interior del metal. Las porosidades e el centro tienen forma redondeada y hacia los alrededores alargadas llamadas sopladuras.

Rechupe: surge durante la solidificación. Se forma a causa de las contracciones por la disminución de volumen cuando el metal pasa de líquido a sólido. También influye en su formación el escape de los gases. La disminución de volumen origina una cavidad en el centro de la pieza. Esta cavidad es la ultima en solidificarse y como esta en contacto con el aire presenta oxidación.

Líneas de fluencia: no es un defecto. Se forma cuando el lingote original presenta segregaciones o dendritas (o ambas) cuando se deforman estas impurezas se forman en líneas paralelas. Estas líneas son llamadas líneas de fluencia. Nos sirven para identificar el proceso que se utilizo para obtener la pieza final.

Impresión de Baumann: prueba que se utiliza para determinar el azufre en el acero. La superficie cuya impresión interesa debe estar razonablemente desbastada y limpia de materias extrañas suciedad y grasas. Pasos:

- El papel fotográfico (Ag. Br.) se pone en contacto con una solución acuosa de ácido sulfúrico (H_2S) al 2% durante 3 ó 4 min.
- Se extrae el papel del baño de ácido y se deja escurrir el exceso de líquido.
- Se pone el papel en contacto con la superficie preparada y se expulsan las burbujas que pueden haber quedado con un rodillo de goma, manteniéndolo a presión moderada por intervalo de 1 a 2 min.
- El ácido sulfúrico reacciona con los sulfuros del acero (el azufre se encuentra en el acero como FeS y MnS) desprendiéndose un gas sulfídrico el cual reacciona con el bromuro de plata (Ag. Br.) de la emulsión para formar sulfuro de plata (Ag_2S) de color entre pardo y gris negruzco.
- Después del tiempo recomendado se separa el papel fotográfico, se lava con agua y se fija con un baño fijador fotográfico, en el que se mantiene unos 15min. Luego se lava la impresión en agua corriente durante unos minutos y luego se secan en forma usual. La presencia de azufre se observa por una serie de puntillos amarillos en la pieza.

PREPARACIÓN DE PROBETAS METALGRÁFICAS:

Probeta: llamadas también muestra, parte que se separa de la pieza para ser sometida a análisis.

- Selección de muestra: parte más importante debido a que su resultado final dependerá de la buena elección de la muestra. Si usa toda la pieza si es posible, sino se usa una parte de ella. Cortándole un pedazo de esta. Antes de seleccionar la muestra debe saberse lo que se quiere estudiar, analizando las caras longitudinales y transversales de la pieza.
- Toma de la muestra: se separa la parte a estudiar con una herramienta de corte denominada cut-off (maquina especial que consta de un motor con un disco abrasivo). Factores:
 - Equipo: cortadora metalografica.
 - Tamaño de la muestra: va ser la más pequeña que pueda ser agarrada con la mano. Si la pieza es muy pequeña se toma con una pinza, sino se introduce en resinas plásticas.
 - Temperatura: en el momento de cortar la temperatura no debe ser mayor que la soportada por la mano; porque puede causar cambios estructurales.
 - Embutido: se utiliza cuando la pieza es muy pequeña, consiste en sembrar la pieza, en una resina plástica; estas resinas son plásticas cuyas características son: no deben ablandarse, obstaculizando la preparación; no deben reaccionar con los reactivos químicos y con el metal. Deben ser aisladores eléctricos. En el embutido se selecciona la resina para el molde tomando en cuenta la presión y la temperatura de fusión de la resina.

Clasificación de las resinas:

- Termofragantes: son opacos tienen color los más utilizados son el rojo y el negro. Cuando se hace el montaje y se alcanza la temperatura de fusión inmediatamente endurece. Si se vuelven a calentar no se derrite sino que se quema. Son calentados a presión y temperatura indicada por el método. Bakelita utilizada para hacer mangos de ollas. Temperatura $150^{\circ}C$
- Termoplásticos: son transparentes permitiendo una mejor visualización del trabajo. Cuando alcanza su temperatura de fusión fluye con facilidad. Si se vuelve a calentar se ablanda. Se calienta a $140^{\circ}C$ y a una presión de $150Kg*cm^2$. Al llegar a esta condición hay que enfriar a $10^{\circ}C$. Lucita.

Preparar la muestra:

- Desbaste: consiste en someter la cara elegida de la pieza a la acción de un papel esmeril, tomándose 3

etapas.

- Desbaste grosero: se utiliza papel esmeril 180 no debe ejercer mucha presión. La probeta debe quedar plana y el rayado debe hacerse en un solo sentido.
- Desbaste intermedio: se utilizan dos papel de lija 240 320. Se busca siempre mantener la cara plana de la pieza, para lograr esta nos valdremos de la ayuda de una lamina de mármol en la cual se envuelve el papel 240 cuando desaparecen las rayas del 180 y se repite el procedimiento para el 320. El nuevo rayado se hace perpendicular al anterior.
- Desbaste final: se utilizan tres papeles de lija de 0, 00, 000. Se realiza el mismo proceso anterior. La cara desbastada debe ser limpiada cada vez que se utiliza un papel de lija.

Pulido: consiste en eliminar las rayas muy finas dejadas en la etapa de desbaste y producir una superficie espectacular. El equipo utilizado es una pulidora metalográfica, los materiales utilizados son paños abrasivos.

Paños: pedazo de tela colocado en el disco de la pulidora el cual se moja con un abrasivo en suspensión acuosa, debe ser capaz de resistir el roce entre el metal y las partículas abrasivas. El más usado es el que se utiliza en la mesa de billar.

Abrasivos: se preparan en suspensión acuosa son partículas muy frágiles, en sus texturas tienen muchas aristas y vértices cortantes. Su tamaño es muy pequeño, se preparan de diferentes formas. Alúmina. El pulido se realiza del centro a la periferia, contrario al movimiento del disco.

Ataque: consiste en someter la cara pulida de la pieza a la acción de un reactivo químico. El reactivo dependerá del acero utilizado. El usado en el laboratorio es NITAL al 2% el reactivo va a disolver primero los bordes de grano definiéndolos; esto sucede porque allí se encuentran las impurezas. Si el material tiene una sola fase el reactivo actúa igual sobre los granos. Si tiene dos fases de reactivo actuara más intensamente sobre una que sobre la otra, dando origen a regiones distintas debido a que no forman compuestos químicos diferentes.

MICROESTRUTURA DE LOS ACEROS

Son aquellos que le deben toda sus propiedades al carbono. La norma AISI SAE los designa con 10xx (los 2 últimos dígitos es el % de carbono en la aleación).

Alotropia: Cambio de fase que ocurre en el estado sólido dependiendo a que temperatura se encuentra. El Fe es un elemento alotropico, que es capaz de cambiar su estructura durante el proceso de solidificación.

- El Fe es un metal puro cuyo punto de fusión y solidificación es de 1538 °C.
- La ferrita es muy blanda dúctil y maleable.
- Las solubilidades máximas corren en las reacciones isotérmicas.
- * (0 – 0,09%C). (0 – 2,11%C). (0 – 0,021%C): soluciones sólidas y sus variaciones en carbono.
- El Fe tiene características que al unirse con el carbono forma una estructura denominada cementita. $3\text{Fe} + \text{C} \rightarrow \text{Fe}_3\text{C}$. La composición química de la cementita es 6,69%C (93,31%Fe); es una estructura de alta dureza y por lo tanto frágil, su punto de fusión y solidifica a 1227°C.

Reacciones isotérmicas ocurridas en el sistema Fe/C:

Reacción peritectica: líquido + solido1 () ! solido2 ()

0,53%C 0,09%C 1475°C 0,16%C

Reacción eutectica: líquido ! solido1 () + solido2 (Fe₃C)

4,3%C 1148°C 2,11%C 6,69%C

Reacción ledeburita: se forma a 4,3%C microconstituyente que se forma a partir de 2 fases. Posee alta dureza y resistencia.

Reacción eutectoide: $\text{solido1 ()} \rightarrow \text{solido2 ()} + \text{solido3 (Fe}_3\text{C)}$

0,77%C 727°C 0,021%C 6,69%C

Perlita: el 100% se forma a 0,77%C. Microconstituyente producto de la unión de 2 fases es la que le confiere resistencia y dureza al acero.

La línea A3 donde ocurren los cambios alotropicos de los aceros que van de 0% – 0,77%C; la máxima solubilidad de carbono es la austenita a medida que varía el % de carbono y la temperatura esta representada por la línea Acm.

Ferrita : Solución sólida (Bcc) es muy poco soluble en Fe₃C, max solubilidad del carbono en 0,02%C.

Austenita : estructura FCC. Max solubilidad en 2,11%C.

Cementita Fe₃C: compuesto intermetálico, composición: 6,07%C y 93,3%Fe. Es duro y quebradizo.

Existen dos fases esenciales en la formación de aceros que son: ferrita y Cementita.

Ferrita proeutectoide: se forma por descomposición de la Austenita a temp. Superior a la temperatura eutectoide.

Cementita proeutectoide: se forma por la descomposición de la Austenita a temp. Superior a la temperatura eutectoide.

Aceros hipoeutectoides: aquel cuyo %C varía entre 0,008 – 0,77%C y están formados por α + P

Eutectoides: su % C es de 0,77%C, esta formado por 100% Perlita.

Hipereutectoides: sus %C varía entre 0,77 – 2,11%C; lo forma la unión de Perlita y Fe₃C.

Determinación del grano austenítico método ASTM: consiste en determinar el promedio de granos que pueden aparecer cuando se observa una superficie de una pulgada cuadrada y un aumento de 100x. El método fija 8 patrones que van desde 1 hasta 8.

- ASTM 1 se ve un solo grano en una superficie de una pulgada.
- En esta tabla caen la mayoría de las designaciones.
- Si el # de granos por pulgada es menor que el de ASTM 8 norma permite aumentar el aumento a 200x, y luego hacer una comparación con el ASTM 7, decimos que el ASTM 9, si se parece al 8 decimos que es un ASTM 10.
- Si el # de granos por pulgada es menor que el visto en el ASTM 1 se disminuye el aumento a 50x y luego comparamos con el ASTM 1 y el ASTM 2, si se parecen ASTM 1 es el asigna ASTM 00, ASTM 2 se le asigna ASTM 0.

FUNDICIONES:

Fundición blanca: son sumamente duras de tal manera que para darle forma hay que fundirlas. Muy frágiles.

Se usa en aplicaciones que necesiten una resistencia a la abrasión y al roce (equipos de minería, cilindros de laminación, ruedas de vagones de ferrocarril). Sirven de materia prima para obtener otro tipo de fundición. Todo el carbono se encuentra combinado bajo la forma de cementita. No presenta carbono en forma líquida. Se clasifican en hipoeutectica aquel cuyo %C varia entre 2,11 – 4,33%C a temperatura ambiente se forma $P + Fe_3C$ + ledeburita pre-eutectica. %C igual a 4,33%C esta formada por 100% ledeburita. Hiperuetectica %C varia entre 4,33%C – 6,69%C. Forma la unión de Fe_3C + ledeburita son las únicas regidas por el Fe_3C .

Fundición gris: si se le agrega % de silicio a la fundición la reacción de desdoblamiento ocurre inmediatamente, precipitando el carbono en forma de laminas de grafito (como hojuelas). Su fractura es de color gris y dureza que la fundición blanca acepta mayor ductilidad, pueden ser maquinados, absorben vibraciones se utilizan en la construcción de bastidores de las maquinas y en casi todas las piezas de los carros. Estructura metálica formada por ferrita y Perlita.

Fundición maleable: se le aplica tratamiento térmico a una fundición blanca de recocido, en el caso el grafito se ve en forma de glóbulos haciendo menos discontinua la parte metálica su nombre se debe a que se comporta en cuanto a sus propiedades mejor que la fundición gris.

Fundición nodular: formando pequeñas nódulos de magnesio o cerio o la combinación de ambos el carbono obtenido en forma de grano precipitará en forma de nódulos también llamada dúctil. Este tipo de estructura tiene menos discontinua la matriz por lo tanto mejora sus propiedades mecánicas.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Conjunto de operaciones que involucran calentamiento y enfriamientos controlados que se aplican a los materiales metálicos en estado sólido para cambiar su estructura y por lo tanto sus propiedades. Al realizar un tratamiento térmico se conoce de antemano: forma, tamaño, composición química, propiedades. Diagrama de equilibrio, propiedades que se quiere obtener.

Se clasifican en dos Recocido: implica enfriamiento lento, el objetivo es ablandar la pieza, mientras más lenta más blanda. Temple: implica enfriamiento rápido, el objetivo es endurecer la pieza mientras más rápido más duro.

Austenización: es un proceso dado a partir del calentamiento de una muestra de acero hasta 750 °C y se mantiene durante un tiempo suficiente para que toda su estructura se transforme en Austenita homogénea.

Variables que influyen en los tratamientos térmicos:

Temperatura: se fija antes de comenzar el tratamiento, es necesario conocer la composición química de la pieza que se quiere ablandar o endurecer generalmente se fija 50 °C de la temperatura critica superior.

Tiempo: se calcula de antemano. Se fija 1 y 2 min. Por mm. De espesor de la pieza.

Ambiente: se debe controlar la temperatura del horno no se toma en cuenta en todo los tratamientos térmicos.

Clasificación sin cambios de composición química: se subdivide en función de la velocidad del tratamiento.

- Enfriamiento continuo:
- Recocido: se busca ablandar la pieza y se obtiene Perlita + (acero hipoeutectoide); Perlita (acero eutectoide); Perlita + Fe_3C (acero hipereutectoide).
- Normalizado: el enfriamiento se hace al aire tranquilo. La pieza queda blanda pero con cierto grado de dureza, mejora la maquinabilidad del acero. Hay mayor cantidad de Perlita lo que hace que el acero sea más duro.(+ P / P / P + Fe_3C).

- **Temple:** se busca endurecer la pieza por lo tanto hay que enfriar más rápido que el aire. La austenita se transforma toda en martensita, para que halla temple es recomendable que el %C sea superior al 0,8%. Aceros puros debe calentarse por encima de 50 °C de la temperatura crítica superior ya que lo que se quiere es martensita pura. Hiper calentar por encima de la temperatura crítica inferior la que se busca es la dureza y la martensita y cementita obtenidas lo son.
- **Revenido:** se realiza después de un temple la pieza se calienta por debajo de la temperatura crítica inferior. Sirve para aliviar tensiones aparecidas durante el temple. Se obtiene martensita revenida. Enfriamiento lento + P. Enfriamiento rápido martensita pura.
- **Enfriamiento escalonado:**
- **Austempering:** la temperatura donde se logra el escalón es de 300 °C – 450 °C microestructura final Bainita (superior 450 e inferior 300).
- **Martempering:** la temperatura donde se logra el escalón es a 200 °C (varia dependiendo del acero que se este utilizando), se obtiene martensita:
- **Patentado:** la temperatura del escalón se logra a los 550 °C este tratamiento es exclusivo para los fabricantes de alambres de acero de 0,2%C. Estructura obtenida Sorbita.
- **Recocido isotérmico:** se obtiene el escalón a 700 °C la estructura final obtenida dependerá del %C (+ P / P / P + Fe₃C).
- **Con cambios en la composición química:** se denominan tratamientos termoquímicos que se les aplican a las piezas que necesitan dureza superficial considerando su tenacidad: ejes, engranajes, se logran haciendo que el acero absorba el elemento requerido aislándolo en una atmósfera controlada o dentro de un horno también con atmósfera controlada. Cementación, Nitruración, Cianuración.

RECRISTALIZACION

Es el proceso de formación de nuevos granos a partir de granos ya existentes que habían sido previamente deformados en frío.

Deformación plástica: el cuerpo pierde su forma inicial, se puede realizar a temperatura ambiente a altas temperaturas.

Limite elástico: resistencia que opone el material metálico a ser deformado.

Deformación plástica en frío: endurecimiento. Cambio estructura que produce cambio de propiedades.

Acritud: incremento o aumento de resistencia a la deformación plástica en frío que experimenta los materiales metálicos cuando previamente han sido deformados en frío.

Nota: se tiene una pieza recocida sus propiedades varían al deformarse. Si se calienta la pieza anterior después de aplicarle una deformación en frío las propiedades. En la primera etapa se mantienen las propiedades del material y se eliminan las tensiones internas se queda algo de tensión en la primera etapa en la segunda se eliminan completamente.

Temperatura de recristalización: la menor temperatura a la cual se obtienen granos equiaxiales de menor tamaño libre de esfuerzo interno en un material metálico que previamente ha sido deformado en frío. Limite entre trabajo en frío y el trabajo en caliente. Cada material metálica tiene una temperatura de recristalización definida. Por encima de ella trabajo en caliente y por debajo de ella trabajo en frío.

Factores que influyen en la temperatura de recristalización:

- **Cantidad de trabajo:** mayor cantidad de trabajo o mayor grado de deformación menor es la

temperatura de recristalización a mayor cantidad de trabajo aplicado mayor es la cantidad de energía acumulada internamente.

- Tamaño de grano antes de la deformación plástica: a menor tamaño de grano menor será la temperatura de recristalización. Porque la estructura del grano pequeña tiene mayor cantidad de bordes de grano. Y a menor tamaño es más difícil deformar el grano. Por esto hay que aplicar mayor fuerza externa ya que la estructura del material es más dura y se necesita más fuerza para deformarlo.
- Temperatura: a menor temperatura de deformación plástica menor será la temperatura de recristalización mientras más baja la temperatura, más duro el material.
- Tiempo: el tiempo de calentamiento para lograr la recristalización a mayor tiempo menor será la temperatura de recristalización.
- Impurezas: cuando las impurezas son insolubles no afecta la temperatura de recristalización pero si son solubles la afecta generalmente elevándolas.

CORROSIÓN

Es el ataque químico o electroquímico que sufren los metales al reaccionar con el medio que los rodea. La destrucción de los materiales metálicos por cualquier método que no sea mecánico.

Clasificación del fenómeno de corrosión: para que ocurra corrosión húmeda electroquímica debe haber una celda galvánica la cual esta constituida por 3 elementos: 2 electrodos (cátodo y ánodo), y un medio electrolítico.

Cátodo: parte positiva de la celda electrolítica, donde entra la corriente desde el electrolito. No se destruye es decir permanece inalterado, admite electrones, no se corroe.

Ánodo: parte negativa de la celda galvánica donde sale la corriente hacia el electrolito. Se desintegra poco a poco. Cede electrones, se corroe.

Medio electrolítico: cualquier medio donde se encuentre presentes iones. Puede ser gas, líquido, sólido, conduce corriente.

Corrosión galvánica: en una cubeta con solución de NaCl al 3%, se introducen pares de metales (Cu, Fe, Pb, Zn, Al) que formaran celdas galvánicas. Midiendo voltaje y amperaje para cada caso. La aguja se moverá en la dirección hacia donde se encuentra el cátodo. Se repite para cada pareja.

Polarización: es la formación de hidrogeno gaseoso a partir del medio electrolítico, el cual se quedara adherido al cátodo formándose una barrera que no permitirá el flujo de corriente $H^+ + e^- \rightarrow H_2$

Se toma una de las parejas anteriores en el mismo medio electrolítico y observamos la tendencia del flujo de corriente a disminuir a cero.

Despolarización: es la tendencia del hidrogeno liberado en forma gaseosa a formar de nuevo agua, por la presencia de oxígeno provocándose de esta manera que el H_2 adherido al cátodo se elimina reiniciándose el flujo de corriente.

A la pareja anterior se observara para ver el efecto que provoca el mover uno de los elementos.

Influencia de área catódica en la corrosión: se coloca una lamina de cobre y otro metal en una cubeta de NaCl al 3% midiendo luego el voltaje y el amperaje al instante y luego de dos min. Luego se cambia las laminas por otra de $A_2 = 2 A_1$ y se realiza la misma medición. Se elabora una gráfica que muestre la tendencia del área en el flujo de corriente y el voltaje.

Existencia de ánodos y cátodos: se colocan los especímenes metálicos deformados en la gelatina salina que se prepara previamente a la cual se le agrega los indicadores fenoltaleína al 1% y ferrocianuro de potasio 2,5 ml. La función de los indicadores es mostrar la zona catódica de color rosado y la zona anódica de color azul.

Existencia de celdas de corrosión por aireación: se limpia la lamina de hierro eliminando la grasa de la superficie, se les agrega unas gotas de NaCl al 3%, y fenoltaleína al 1% y ferrocianuro de potasio al 2,5 ml. Transcurridos unos min. Se observan los cátodos de coloración rosada. Son este experimento se demuestra si la existencia de oxígeno ayuda o no a la formación del fenómeno de corrosión. Se observo que la parte central de la gota es azul ánodo y la parte externa es rosada cátodo.

Celdas de concentración: se sumergen las piezas de un mismo metal poniéndolas en contacto a través de conductores eléctricos y las paredes de un vaso poroso. Se toma voltaje y amperaje para cada combinación de los medios disponibles.

En las concentraciones de sales tendremos que va hacer siempre igual y otra variable de concentración (CuSO₄ al 1 – 0,1 – 0,01 – 0,001%). La intensidad de corriente y el voltaje es mayor cuando la relación de concentración se hace cada vez mayor.

Pasividad: es para algunos metales que se encuentran es presencia de oxígeno la formación de una capa de óxido densa y compacta que impide el contacto con el medio electrolítico. Un alambre es introducido en HNO₃ concentrado para formar alrededor de una capa pasiva luego se saca e introduce en una solución de CuSO₄ al 10% y se observa. Se demostró que el Fe es pasivado por el HNO₃ lo cual hace que al ponerle en contacto con el CuSO₄ el tarda más en corroerse.