

ALEACIONES FERROSAS

La base de las aleaciones ferrosas son aleaciones de Hierro y Carbono.

El objetivo de este resumen es analizar el uso de la reacción eutectoide para controlar la estructura y propiedades de los aceros, mediante tratamiento térmico y aleación. También se examinarán dos clases especiales de aleaciones ferrosas: los aceros inoxidable y los hierros fundidos. Para cumplir con el objetivo se comenzará por señalar la división que hay entre los aceros y los hierros fundidos que es en el punto 2.11% C, en este punto es donde se hace la reacción eutéctica.

Casi todos los tratamientos térmicos de un acero tienen como fin originar una mezcla ferrita y de cementita.

Existen tratamientos térmicos simples y son:

- Recocido intermedio: Se lleva a cabo a baja temperatura (80°C a 170°C bajo cero), sirve para eliminar el efecto de deformación en frío en los aceros.
- Recocido normalizado: Produce una perlita fina con mayor resistencia mecánica, el recocido hace que el acero se enfríe dando perlita gruesa y el normalizado provoca que el acero se enfríe más rápido y produce perlita fina.
- Esferoidización: Transforma partículas esféricas grandes con el fin de acortar la superficie de bordes, para después producir las propiedades que se requieren en el acero.

Los tratamientos térmicos isotérmicos son:

- Revenido en la fase austenítica y recocido isotérmico: El primero (revenido en la) se usa para producir bainita, esto se logra con la austenitización del acero a cierta temperatura y el recocido isotérmico consiste en la austenitización con un enfriamiento veloz para que la austenita se convierta en perlita.
- Efecto del carbono sobre el diagrama TTT: Proporciona ferrita y austenita en equilibrio, esto a partir de procesar acero.
- Interrupción de la transformación isotérmica: Al interrumpir el tratamiento térmico isotérmico se crean microestructuras complicadas como: alguna que tendrá perlita, ferrita, bainita y martensita.

Tratamientos térmicos de templado y revenido.

- Austenita retenida: Es la austenita que queda atrapada en la estructura, no logra transformarse en martensita durante el tratamiento de templado en razón de la expansión volumétrica asociada con la reacción.
- Esfuerzos residuales y agrietamientos: Los esfuerzos residuales se crean con el cambio de volumen, si estos esfuerzos rebasan el límite elástico aparecen grietas de templado, el fin de esto es transformar acero en martensita.
- Rapidez de templado: Es la velocidad a la que se enfría el acero, esto depende de la temperatura y de las características térmicas del medio usado para el temple.

Efectos de los elementos de aleación.

- Templabilidad: Es la facilidad con la que se transforma acero en martensita, la templabilidad no se refiere a la dureza del acero.

Es importante mencionar que el diagrama TTT describe la transformación austenita–perlita a una temperatura

constante. El diagrama TEC describe como se transforma la austenita durante el enfriamiento.

Aplicación de la templabilidad.

Como para muchos aceros no existe el diagrama TEC se hace la prueba Jominy que produce un rango de velocidades de enfriamiento para obtener una curva de templabilidad.

Prácticamente cualquier acero se transforma en martensita en el extremo templado.

En la práctica la curva de templabilidad se utiliza para seleccionar o reemplazar aceros.

Aceros especiales.

- Aceros para herramientas: Mediante un tratamiento térmico de templado y revenido obtienen gran dureza y en su mayoría son al alto carbono. Se aplican en donde se necesite una combinación de gran resistencia, dureza, tenacidad y resistencia a la temperatura, también en herramientas de corte para operaciones de maquinado.

La templabilidad y estabilidad a alta temperatura de los aceros para herramienta son mejorados por los elementos de aleación.

- Aceros de fase dual: Tiene ferrita y martensita dispersa uniformemente, lo que crea límites elásticos, como son a bajo carbono, no tienen los elementos de aleación necesarios para una buena templabilidad, pero en el proceso de templado al calentar austenita eleva el carbono y se transforma en martensita.
- Aceros níquel, de carbono, muy bajo: Para producir una martensita blanda son templado y austenizados. Muchos se recubren para tener protección contra la corrosión, están altamente aleados.

Tratamientos de superficies.

Mediante estos tratamientos se producen estructuras duras y resistentes en la superficie, resistente ala fatiga y al desgaste.

- Calentamiento selectivo de la superficie: Se calienta la superficie del acero, ya que esta templada la superficie será de martensita, la profundidad de la martensita es la profundidad de cementado. Se puede endurecer solo ciertas áreas, es más fácil en aquellas zonas fatigadas o desgastadas.
- Carburizado y nitruración: En el carburizado a cierta temperatura se difunde el carbono desde la superficie, esta tendrá un alto nivel de carbono al ser templado y revenido la superficie cambia a martensita de alto carbono. En la nitruración el nitrógeno se difunde en la superficie a partir de un gas. En estos dos procesos se produce esfuerzo residual a la compresión en la superficie.

Soldabilidad del acero

En el proceso de soldadura el acero a cierta temperatura se transforma en austenita, un acero originalmente templado y revenido presenta problemas en la soldadura, por esto es que no se debería soldar.

Aceros inoxidables

- Aceros inoxidables ferríticos: Tienen buena resistencia mecánica, tienen estructura CC, ductilidad moderada, son resistentes a la corrosión, conformabilidad aceptable.
- Aceros inoxidables martensíticos: Bajas en cromo, esto permite que varíe el nivel de carbono, lo que produce martensita con diferentes durezas. Al combinar dureza, resistencia mecánica y resistencia a la

corrosión, genera un material de muy alta calidad.

- Aceros inoxidables austeníticos: La austenita tiene como estabilizador al níquel, este hace que crezca el tamaño del campo de austenita y casi elimina la ferrita, prácticamente todo es de austenita. Tienen buena ductilidad, conformabilidad y resistencia a la corrosión. No son ferromagnéticos.
- Aceros inoxidables endurecidos por precipitación (PH): Por el calentado y templado se obtienen buenas propiedades mecánicas con bajos contenidos de carbono. Le deben sus propiedades al endurecimiento por solución sólida, por envejecimiento, etc.
- Aceros inoxidables dúplex: En su estructura tiene mezclas de fases, se obtienen con un control justo de la composición y el tratamiento térmico con la mitad de ferrita y austenita. Sus propiedades son: resistencia a la corrosión, conformabilidad y soldabilidad.

Transformaciones de fase en los hierros fundidos

Las fundiciones o hierros fundidos son aleaciones hierro-carbono-silicio que típicamente contiene de 2% a 4% de C y de 0.5% a 3% de Si y que durante su solidificación experimentan la reacción eutéctica.

Existen 5 tipos de fundiciones:

- Fundición gris
- Fundición blanca
- Fundición maleable
- Fundición dúctil o esferoidal
- Fundición de grafito compacto

La reacción eutéctica en los hierros fundidos Fe-C A 1140°C es:

$L + Fe_3C$

Si se produce un hierro fundido utilizando solo aleaciones H-C esta reacción produce hierro fundido blanco.

Cuando ocurre la reacción eutéctica estable $L + \text{Grafito}$ A 1146°C se forma la fundición gris, la dúctil o de grafito.

En las aleaciones Fe-C el líquido se sobreenfría fácilmente 6°C formándose hierro blanco. Al agregar aproximadamente 2% de silicio, el grafito eutéctico se nuclea y crece. Elementos como el cromo y el bismuto tienen un efecto opuesto y promueven la fundición blanca.

El silicio también reduce la cantidad de carbono contenido en el eutéctico.

La reacción eutectoide en los hierros fundidos.

Durante la reacción la austenita se transforma, esto determina la estructura de la matriz y las propiedades de cada tipo de hierro fundido, la austenita se transforma en ferrita y cementita, con frecuencia se forma en modo de perlita.

El silicio promueve la reacción eutectoide estable.

Características y producción de las fundiciones.

- Fundición gris: Tiene celdas eutécticas de grafito en hojuelas interconectadas. La inoculación coopera a crear celdas eutécticas más chicas, para mejorar la resistencia.

Se produce resistencia a la tensión baja, esto es por las grandes hojuelas de grafito. Se pueden conseguir la resistencia mayor reduciendo el equivalente de carbono por medio de la aleación o tratamiento térmico.

Sus propiedades son: alta resistencia a la compresión, resistencia a la fatiga térmica y amortiguamiento contra la vibración.

- Fundición blanca: Se utilizan hierros fundidos blancos por su dureza y resistencia al desgaste por abrasión. Se puede producir martensita durante el tratamiento térmico.
- Fundición maleable: Se crea al intentar térmicamente la fundición blanca no aleada, a partir de la fundición blanca se producen dos tipos de fundición maleable: Fundición maleable férrica se consigue enfriando la pieza fundida y así se llega a la segunda etapa de grafitización, esta fundición tiene buena tenacidad, la fundición maleable perlita se crea al enfriar la austenita al aire o en aceite para así formar pelita o martensita.
- Fundición dúctil o nodular: Para esta fundición se requiere grafito esferoidal, para crear este metal se siguen los siguientes pasos:
- Desulfurización: El azufre provoca que el grafito crezca en forma de hojuelas, al fundir en hornos que en la fusión eliminan el azufre del hierro.
- Nodulación: Se aplica magnesio, este elimina cualquier azufre y oxígeno que haya quedado en el metal. De no ser vaciado el hierro después de la nodulación, el hierro se convierte en fundición gris.
- Inoculación: Un estabilizador eficaz de carburos es el magnesio y hace que en la solidificación se forme la fundición blanca. Después de la nodulación se debe inocular el hierro.
- Hierro de grafito compacto. La forma de grafito es intermedia entre hojuelas y esferoidal. El grafito compacto da resistencia mecánica y ductilidad y el metal conserva una buena conductividad térmica y propiedades de absorción de la vibración.