

FACULTAD DE INGENIERÍA

AREA DE METALURGIA Y MATERIALES



Nombre de la materia: TRATAMIENTOS TÉRMICOS
Clave de la materia: 6115
Clave CACEI: CI
Nivel del Plan de Estudios: X **No. de créditos:** 8
Horas/Clase/Semana: 3
Horas totales/Semestre: 48
Horas/Práctica (y/o Laboratorio): 2
Prácticas complementarias:
Trabajo extra-clase Horas/Semana: 3
Carrera/Tipo de materia: Optativa
No. de créditos aprobados: 315
Fecha última de Revisión Curricular: Mes 07 Año 16
Nombre y clave de la materia de requisito:
FORMADO DE MATERIALES, 6047

JUSTIFICACION DEL CURSO

Para el caso específico de los materiales ferrosos, con el nombre genérico de “tratamiento térmico” se designa a un grupo de procesos mediante los cuales se modifica la microestructura y por consecuencia las propiedades mecánicas de los aceros y hierros colados, para adecuarlas a posteriores procesos de formado o bien para conferirles sus propiedades finales de uso. Los procesos de tratamiento térmico siguen siendo uno de procesos de

manufactura más importantes en la industria moderna. Un inadecuado proceso de tratamiento origina la falla prematura de un componente o bien un pobre desempeño durante su proceso de fabricación. El conocimiento de las técnicas y procesos de tratamiento térmico es entonces una herramienta básica para la producción de partes y componentes de aceros o hierros colados.

OBJETIVO DEL CURSO

Presentar los aspectos metalúrgicos del tratamiento térmico de aceros al carbono, de baja y alta aleación, aceros especiales y hierros colados, haciendo énfasis en la comprensión de los cambios microestructurales que

ocurren durante el tratamiento, y la manera como los parámetros del proceso afectan a esta microestructura y por consecuencia a las propiedades mecánicas finales de las piezas tratadas.

CONTENIDO TEMÁTICO

Unidad 1

Metalurgia Física básica de aceros y hierros colados 4 horas.

Objetivo: Familiarizar al alumno con la terminología básica utilizada en el tratamiento térmico así como con la clasificación de los aceros y hierros colados. Reforzar su conocimiento de los diagrama de equilibrio, diagramas de transformación isotérmica y de transformación en enfriamiento continuo, y su aplicación en el tratamiento térmico de materiales ferrosos. Comprender los efectos básicos de los elementos aleantes en los aceros y las fundiciones.

- 1.1 Definiciones básicas. Clasificación y designación de aceros y hierros colados.
- 1.2 Estructura cristalina del hierro y aleaciones Fe-C. Diagrama de equilibrio Fe-C. Diagramas Fe-C-Si, Fe-Cr, Fe-Ni, efecto del carbono en sistema Fe-Cr.
- 1.3 Elementos de aleación.
- 1.4 Diagramas de transformación isotérmica (TI) y diagramas de transformación en enfriamiento continuo (TEC).

- 1.5 Características de los microconstituyentes ferrita, perlita, bainita, ausferrita.
- 1.6 Mecanismos de endurecimiento y relaciones microestructura-propiedades mecánicas para aceros.

Unidad 2

Austenitización y protección contra oxidación y descarburización

6 horas.

Objetivo: Comprender las transformaciones que experimenta una aleación ferrosa durante la etapa de austenitización. Aprender los métodos disponibles para minimizar la oxidación y pérdida de carbono que experimenta un acero durante su austenitización.

- 2.1 Formación de la austenita y diagramas de transformación en calentamiento.
- 2.2 Concepto de acero de grano fino y grano grueso. Mecanismos de interacción de partículas de segunda fase y límite de grano.
- 2.3 Efectos del tamaño de grano austenítico en el acero.
- 2.4 Protección contra la oxidación y descarburización.
 - Empaquetamiento y pinturas.

- Sales neutras.
 - Atmósferas protectoras y gases inertes.
 - Vacío.
- 2.1 Factores a controlar durante la austenitización.
- Velocidad de calentamiento.
 - Precalentamiento.
 - Temperatura y tiempo de austenitización.

Unidad 3

Recocido y normalizado

7 horas

Objetivo: El alumno aprenderá los distintos ciclos de recocido y normalizado así como su aplicación para obtener propiedades mecánicas específicas.

- 3.1 Definición y objeto del recocido.
- 3.2 Ciclos de recocido: Subcrítico, Intercrítico, Total.
- 3.3 Procesos de recocido para aplicaciones específicas.
- 3.4 Recocido total y recocido isotérmico.
- 3.5 Recocido de globulización.
- 3.6 Recocido de eliminación de esfuerzos residuales.
- 3.7 Recocido de proceso (recristalización) de lámina de acero de bajo carbono.
- 3.8 Definición y objeto del normalizado.
- 3.9 Factores a controlar en el normalizado.
- 3.10 Aplicaciones.

Unidad 4

Temple y templabilidad.

10 horas

Objetivo: Presentar al alumno el proceso de temple como principal mecanismo de endurecimiento de los aceros y los parámetros de control del mismo. El alumno aprenderá el concepto de templabilidad, los métodos para determinarla y su aplicación en la estimación de propiedades mecánicas obtenidas durante el temple así como en la selección de aceros.

- 4.1 Definición y objeto del temple.
- 4.2 Características de la transformación martensítica en aceros.
- 4.3 Mecanismo del temple.
- 4.4 Pruebas para evaluar los medios de temple.
- 4.5 Características de los medios de temple.
- 4.6 Factores a controlar en el temple.
- 4.7 Concepto de templabilidad.
- 4.8 Pruebas para determinar la templabilidad.
- 4.9 Ensayo de Grossman (diámetro crítico).
- 4.10 Prueba Jominy.
- 4.11 Cálculo de la templabilidad a partir de la composición química.
- 4.12 Aplicaciones prácticas del ensayo Jominy.

Unidad 5

Revenido

5 horas.

Objetivo: El alumno aprenderá los cambios microestructurales y la correspondiente variación de las propiedades mecánicas que ocurren durante el revenido. Aprenderá a determinar condiciones de revenido para obtener propiedades mecánicas específicas.

- 5.1 Definición y objeto del revenido.

- 5.2 Modificación de las propiedades mecánicas durante el revenido.
- 5.3 Cambios estructurales durante el revenido.
- 5.4 Fenómenos de fragilización en el revenido.
- 5.5 Fragilidad a 350°C.
- 5.6 Fragilidad de revenido.
- 5.7 Dureza de temple vs. dureza de revenido y parámetro de revenido de Hollomon.
- 5.8 Determinación teórica de dureza de revenido. Determinación de condiciones de revenido para obtener propiedades mecánicas específicas

Unidad 6

Endurecimiento superficial.

10 horas

Objetivo: Proporcionar al alumno un panorama general de los tratamientos existentes para endurecer en forma localizada la superficie de los aceros, haciendo énfasis en los tratamientos termoquímicos más extensamente utilizados en la industria.

- 6.1 Aspectos generales.
- 6.2 Tratamientos termoquímicos.
 - a. Carburizado.
 - b. Carbonitruración.
 - c. Nitruración y nitrocarburización.
- 6.3 Temple superficial.

Unidad 7

Tratamiento térmico de aceros inoxidables.

3 horas

Objetivo: Aprender las características y diferencias entre los distintos tipos de aceros inoxidables. Haciendo uso de diagramas de equilibrio y de transformación, entender los cambios microestructurales que ocurren en estos aceros cuando son tratados térmicamente.

- 7.1 Diagramas de fase y microestructuras en aceros inoxidables.
- 7.2 Tratamiento térmico de aceros inoxidables ferríticos y austeníticos.
- 7.3 Tratamiento térmico de aceros inoxidables martensíticos.
- 7.4 Fenómenos de fragilización. Sensibilización.

Unidad 8

Tratamiento térmico de hierros colados. 3 horas

Objetivo: El alumno aprenderá la clasificación y características generales de los hierros colados grises, dúctiles, y maleables. Aprenderá los parámetros de proceso específicos que se deben controlar para realizar el tratamiento térmico de los hierros grises y nodulares.

- 8.1 Tratamiento térmico de hierros grises y dúctiles.
 - Recocido
 - Normalizado.
 - Temple y revenido.
- 8.2 Relevado de esfuerzos.

8.3 Hierro dúctil austemperizado.

METODOLOGÍA

Exposición oral de los temas por parte del profesor titular y de los mismos alumnos utilizando diapositivas de PP principalmente. El alumno deberá tomar parte activa en su preparación mediante la resolución de problemas (tareas) y la lectura de material

impreso complementario (artículos técnicos) que no será presentado por el profesor en las sesiones de clase. Se dedicarán una o dos sesiones de clase por cada período de examen parcial, para la resolución por parte del alumno de problemas de aplicación.

EVALUACIÓN

Tres exámenes escritos durante el curso semestral. La calificación de cada examen parcial se integrará del modo siguiente:

- Tareas: 20%
- Examen escrito: 80%

De acuerdo con el reglamento de exámenes de la UASLP, para tener derecho a sustentar el examen parcial, se requiere acreditar una asistencia no menor de las dos terceras partes del período que comprende el examen (artículo 10, inciso III).

Si no se acredita el Laboratorio, no se aprueba la materia.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.

- George E. Totten, Ed., 2007, Steel heat treatment handbook-Volume 1, equipment and process design. Volume 2, metallurgy and technologies, Taylor & Francis.
- George E. Totten y Maurice A. H. Howes Ed., Steel Heat Treatment Handbook, Marcel Dekker, 1997.
- Anil Kumar Sinha, 2003, Physical Metallurgy Handbook, McGraw Hill Company.
- Heat Treatment, 1991, ASM Handbook, 10^o edition, vol. 4, ASM International.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.

- Brooks, C.R., 1996, Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels, ASM International. (CIIP)
- Romesh C. Sharma, 1996, Principles of Heat Treatment of Steels, New Age International.
- Liscic, H.M. Tensi, W. Luty, Edts., 1992, Theory and Technology of Quenching. A Handbook, Springer-Verlag. (CIIP)
- Unterweiser, P.M., Boyes, H.E., Kubbs, J.J., eds., 1982, Heat Treater's Guide, Standard Practices and Procedures for Steel, American Society for Metals