FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de Buenos Aires

Planificaciones

6748 - Tratamientos Térmicos

Docente responsable: FIRPO ROLANDO ADRIAN

OBJETIVOS

La meta propuesta, es lograr que los alumnos alcancen los conocimientos para comprender y evaluar como es posible modificar en los metales y sus aleaciones, sus estructuras metalográficas y en consecuencia sus propiedades mecánicas, mediante la aplicación de ciclos térmicos específicos en medios y atmósferas determinadas, para lograr aquellas que son útiles y necesarias para la utilización de los mismos en los diseños de la ingeniería, en su futura actuación profesional.

OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

1) Diseñar estructuras metálicas
2) Desarrollar técnicas para la selección de materiales
3) Interpretar resultados de ensayos o mediciones
4) Integrar grupos de trabajo
5) Proyectar y defender trabajo grupal integrador (TIG)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) El estudiante deberá ser capaz de resolver en tiempo y forma el diseño de una pieza, dispositivo ó máquina donde se encuentre directamente involucrado como materia prima utilizada para tal desarrollo el acero u otro metal como lo es el aluminio, el cobre y sus aleaciones.

2) Para solucionar la problemática de la rotura de un punzón de una matriz o diseñar un nuevo producto para la industria, deberá conocer en detalle con qué tipos de aceros cuenta para ese desarrollo, qué maquinaria especial o normal posee para trabajar esa materia prima, qué tecnología tiene a su disposición para lograr a través de los tratamientos térmicos las mejoras buscadas en sus propiedades mecánicas y con qué presupuesto cuenta para lograr ese objetivo.

3) Para ello, contemplará diferentes características o propiedades inherentes a la pieza, tomando en cuenta la forma, tamaño, volumen y diseño de la misma y el entorno donde se podrá llevarse a cabo ese tratamiento térmico, hornos, dispositivos de calentamiento, medios de enfriamiento. En resumen, la consigna es que el estudiante pueda resolver una diversidad importante de situaciones reales que se generan todos los días en los diferentes rubros de la Industria donde la solución se instala en la búsqueda de un material y sus cambios en las propiedades mecánicas a través de los tratamientos térmicos.

En este sentido, se plantea una metodología de enseñanza donde la dimensión de la investigación y seguimiento por tutoría toma un papel importante en la decisión de la puesta en marcha de diferentes acciones pedagógicas y didácticas para el logro de los objetivos propuestos por la asignatura.

CONTENIDOS MÍNIMOS

-

PROGRAMA SINTÉTICO

- Revisión de los principios de la metalurgia física aplicados a los tratamientos térmicos de metales y aleaciones.
- Principios de los tratamientos térmicos de los aceros. Diagramas de transformación isotérmica y de enfriamiento continuo. Influencia del C y de los aleantes. Tratamientos térmicos con transformaciones cercanas al equilibrio: normalizados y recocidos. Tratamientos térmicos con transformaciones lejanas al equilibrio: temple, templabilidad y revenido. Severidad de temple de los medios de enfriamiento.
- Tratamientos térmicos y termoquímicos superficiales.
- Tratamientos térmicos de aceros especiales.
- Tratamientos térmicos de las fundiciones de hierro.
- Tratamientos térmicos de las aleaciones no ferrosas.
- Hornos industriales y generadores de atmósferas para tratamientos térmicos.

PROGRAMA ANALÍTICO

Unidad 1
Principios generales de los tratamientos térmicos:
Equilibrio termodinámico. Diagramas de equilibrio. Alotropía. Soluciones sólidas. Transformaciones fuera del equilibrio. Difusión, leyes de Fick. Homogenización de heterogeneidades química por difusión. Solución a la segunda ley de Fick. Transformaciones en estado sólido con difusión por nucleación y crecimiento. Velocidad de las reacciones. Relación de Avrami.

Unidad 2
Principios de los tratamientos térmicos de los aceros:
Diagrama de equilibrio Fe-C metaestable. Transformación de la austenita fuera del equilibrio. Diagramas de transformación isotérmica. Diagramas de transformación por enfriamiento continuo. Microconstituyentes producidos por transformaciones de nucleación y crecimiento y por transformaciones sin difusión. Influencia del C y de los aleantes en las temperaturas de transformación, microconstituyentes y sus propiedades físico-mecánicas. Métodos predictivos numéricos.

Unidad 3
Normalizado y recocido de los aceros:
Austenización del acero. Influencia del tiempo y la temperatura. Ciclo térmico del normalizado del acero. Recristalización y tamaño de grano. Estructuras y propiedades obtenidas en el normalizado de los aceros. Ciclos térmicos de los recocidos del acero: de ablandamiento, de globulización, de homogenización, de eliminación de tensiones. Ciclos a temperaturas críticas, subcríticas y oscilantes. Recocido de aceros de bajo C con deformación previa. Estructuras y propiedades obtenidas en el recocido de los aceros. Aplicaciones.

Unidad 4
Temple y templabilidad de los aceros:
Concepto de templabilidad. Velocidad crítica de temple. Influencia de la temperatura de austenización y del tamaño de grano. Efecto de masa, curvas U y diámetro crítico. Gráficos de Grossmann y curvas de Lamont. Método de Jominy y bandas de templabilidad. Métodos numéricos. Estructuras y propiedades obtenidas en el temple de los aceros.
Velocidad de enfriamiento. Severidad de temple. Medios de enfriamiento y sus características.
Temple subcero. Martempering. Austempering.
Desarrollo de tensiones y deformaciones en el temple y su influencia en la selección del acero.
Concepto de temperaturas y tratamientos térmicos criogénicos. Aplicaciones.

Unidad 5
Revenido:
Ciclos térmicos del revenido. Etapas de las transformaciones microestructurales en el revenido. Influencia del tiempo y la temperatura. Dureza secundaria. Fragilidad de revenido: fragilidad en azul y fragilidad Krupp. Estructuras y propiedades obtenidas en el revenido de los aceros templados.
Temple-revenido: bonificado y patentado. Métodos numéricos. Enfriamiento después del revenido. Cambios dimensionales durante el revenido. Aplicaciones.

Unidad 6
Tratamientos térmicos y termoquímicos superficiales:
Temple sin cambio de la composición química superficial: calentamiento a la llama, calentamiento por inducción. Aceros aptos para temple superficial.
Endurecimiento superficial con variación de la composición química superficial:
Cementación en medios sólido, líquido y gaseoso. Capa cementada y mecanismos de cementación. Carbono potencial de los medios de cementación. Ciclos térmicos de cementación. Gráfico y métodos numéricos mediante la aplicación de soluciones de la segunda ley de Fick. Tratamiento térmico de los aceros cementados. Carbonitruración. Nitruración y nitrocarburado.
Carburación al vacío. Carburación y nitrocarburación iónica (plasma).
Estructuras y propiedades de las capas endurecidas y del núcleo de aceros con tratamiento termoquímico.
PVD y CVD - Utilización en dispositivos y herramientas.
Tratamiento térmico de temple superficial por llama y por inducción electromagnética. Aplicaciones.

Unidad 7
Tratamientos térmicos de aceros especiales.
Aceros para trabajo en caliente y trabajo en frío.
Tratamientos térmicos específico aplicados a:
Aceros para construcciones mecánicas de alta aleación.
Aceros de herramientas para trabajos en frío.
Aceros de herramientas para trabajos en caliente.
Aceros rápidos.
Aceros inoxidables ferríticos, martensíticos, austeníticos, duplex y endurecibles por precipitación. Aceros refractarios. Aceros resistentes al calor.
Aceros tipo Hadfield y aleaciones ledeburíticas de alta resistencia al desgaste.
Identificación de los aceros comerciales de acuerdo a su fabricante y nombre de fantasía.
Tratamientos Térmicos de Superaleaciones - Aleaciones de Níquel y Aleaciones de Titanio.

Tratamientos Criogénicos. Aplicaciones.

Unidad 8
Tratamientos térmicos de las fundiciones de hierro:
Diagrama de equilibrio Fe-C estable. Carbono equivalente y efecto del Si. Tipos de fundiciones por efecto de su composición química y su velocidad de enfriamiento: grises, blancas, atruchadas, y dúctiles. Tratamientos térmicos de distensionado, ferritización, perlitización, temple y revenido de fundiciones grises y dúctiles. Tratamientos térmicos de maleabilización de fundiciones blancas. Tratamientos isotérmicos de fundiciones dúctiles (ADI) - (ABDI).
Temple superficial y acoquillado de fundiciones. Aplicaciones.

Unidad 9
Tratamientos térmicos de las aleaciones no ferrosas:
Recocidos de homogenización química y de distensionado de aleaciones no ferrosas. Recocidos de recristalización de metales y aleaciones no ferrosas con deformación previa. Tratamiento térmico de endurecimiento por solubilización y envejecimiento.Zonas de Guiniers - Preston. Sobre envejecido.
Aluminio y sus aleaciones. Aplicaciones.
Cobre y sus aleaciones. Aplicaciones.

Unidad 10
Hornos industriales y generadores de atmósferas para tratamientos térmicos:
Tipos de hornos. Equipos para baños de sales. Equipos para tratamientos térmicos al vacío. Materiales resistentes al calor para partes de hornos.
Generadores de atmósferas endotérmicas y exotérmicas. Generadores por goteo de alcohol, a base de nitrógeno-metanol y a base de amoníaco disociado. Control del potencial de carbono de las atmósferas carburantes. Apiclaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1.- “Heat Treating” Metals Handbook Volumen 4 American Society for Metals.
2.- “Tratamientos Térmicos de las Aleaciones Ferrosas” José Luis Páez.
3.- “Tratamientos Térmicos de los aceros – Teoría y Práctica” Antonio Enrique Sturla.
4.- “La estructura de los Metales” Dra. Nora Lindenvald.
5.- “Tratamientos Térmicos de los aceros” Jose Apraiz Barreiro.
6.- “Aceros Especiales” Jose Apraiz Barreiro.
7.- “Fundiciones” José Apraiz Barreiro.
8.- “El acero su Elección y Selección” R. Calvo Rodes.
9.- “Templabilidad” P. J. Maroni.
10.- “El Diagrama Fe-C y los fundamentos de los Tratamientos Térmicos del Acero” Miguel P. de Andrés Sanz.
11.- “Ciencia e Ingeniería de los Materiales” Donald R. Askeland.
12.- “Ciencia de los Materiales para Ingenieros” James F.Shackelford.
13.- “Engineering Metals and Their Alloys” Carl H. Samans.
14.- “Introducción a la Ciencia de los Materiales” Tomo II Propiedades Termodinámicas. J.Brophy-R.Rose-J.Wulff.
15.- “Modern Steels” Bethlehem Steel.
16.- “I-T diagrams” United States Steel.
17.- “Aceros para Construcciones Mecánicas” Instituto Argentino de Siderurgia.
18.- “Aceros para Herramientas” Instituto Argentino de Siderurgia.
19.- Apuntes de la Cátedra.
20.-Metalurgia Especial Tomo II J. Herenguel
21.- Aleaciones Ligeras C. Panseri
22.- Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de materiales - William Smith - Javad Hashemi - 4° Edición.
23.- Introducción a la ciencia e Ingeniería de los materiales - Callister 2° edición
24.- Fundamentos de los Tratamientos Térmicos de los Aceros - Lindenvald - 1° Edición
25.- Maquinabilidad de los metales y proceso de lubricación - Lindenvald, Wainhaus - 1° Edición
26.- Hornos Industriales de Inducción - Julio Astigarraga Urquiza, José luis Aguirre Ormaza - 2° Edición
27.- Hornos Industriales Vol. 1 y 2 - Trinks, Mawhinney
28.- El aluminio y sus aleaciones - Frank King - 1° Edición
29.- El Cobre y sus aleaciones en la Tecnología
30.- Mecánica de materiales - James Gere - Goodno - 7º Edición

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

Para el logro del objetivo enunciado, la materia se aborda desde los siguientes tópicos:

a) Revisión de los principios de la metalurgia física que se aplican para el estudio y comprensión de las reacciones y transformaciones físico-metalúrgicas de los metales y aleaciones metálicas que son sometidas a tratamientos térmicos.
b) Estudio de los ciclos térmicos y termoquímicos que se aplican a distintas aleaciones metálicas (ordenadas racionalmente según su tipo y aplicación) y evaluación de los resultados físicos-metalúrgicos que se obtienen.
c) Estudio de las características de medios prácticos y de instalaciones industriales requeridos para llevar a cabo los calentamientos, enfriamientos y generación de atmósferas de los tratamientos térmicos.

Los mismos se desarrollan a través de:

1) Clases teóricas.
2) Resolución de problemas prácticos.
3) Trabajo práctico en laboratorio.
4) Trabajo Integrador Grupal (TIG) sobre la investigación de un tema real de una Industria metal mecánica relacionado a la materia, a través de una enseñanza basada en problemas y Proyectos (ABP).

En este sentido, se plantea una metodología de enseñanza donde la dimensión de la investigación y seguimiento por tutoría toma un papel importante en la decisión de la puesta en marcha de diferentes acciones pedagógicas y didácticas para el logro de los objetivos propuestos por la asignatura.
Para los estudiantes del 2º cuatrimestre, se propone que esta actividad la lleven adelante con los estudiantes de la Tecnicatura Superior en Gestión de la Industria Automotriz (TSGIA) de la UTN FRGP próximos a graduarse con la asignatura "Gestión de Proyectos - Proyecto Final".
La motivación de este trabajo se centra en la colaboración e interdisciplinaridad entre ambas facultades, aportando el estudiante de la UBA el estudio técnico y económico del Proyecto y el estudiante de la UTN los estudios de Mercado, su evaluación económica y la gestión de RRHH, Riesgos, tiempos, alcances, interesados y caminos críticos para su realización.

Metodologías como el ABP, estudio de Casos pero especialmente el aprendizaje a través de proyectos toma un valor relevante para el Docente y el Estudiante.

Ante este análisis nuestra cátedra entiende que la mejor manera de que el Estudiante (futuro Profesional) obtenga las herramientas suficientes para enfrentar los desafíos que la vida les depara a nivel Laboral y social es la de acercarlos al mundo real.

5) Métodos de Casos como práctica puntuales
6) Utilización del campus para consultas y evaluación con los alumnos intensificando el contacto directo con los mismos.
7) Visita a planta Industrial.
8) Clases especiales de Profesionales del área metalúrgica.
9) Clases por Video Streaming.
10) Clases por Video Conferencia con otra Universidad Nacional.
11) Videos de autoría propia sobre problemas y soluciones en Fábrica metalúrgica donde intervienen análisis de fallas de materiales y tratamientos térmicos.

Modalidad de Evaluación Parcial

La evaluación parcial consistirá de un examen escrito sobre temas teóricos contenidos en las primeras 5 unidades y resolución de problemas prácticos relacionados con los mismos.

Para lograr una evaluación auténtica, la asignatura pone de manifiesto desde el 1º día de clases, las condiciones necesarias para aprobar la materia.

La evaluación es constante y el estudiante es evaluado clase tras clase por su participación en los diferentes eventos semanales (tanto presenciales como virtuales a través del Campus), aportes genuinos en cada debate sobre los conceptos principales de la asignatura.
La realización en tiempo y forma de un proyecto - trabajo integrador grupal.
La presentación y defensa del proyecto.

Se evaluará el recorrido de cada estudiante durante el proceso de aprendizaje.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Unidad 1			Selección del tema del Trabajo Integrador Grupal (TIG)		Ver apartado correspondiente
<2> 16/03 al 21/03	Unidad 2 (inicio)	Introducción - Presentación de problemas		Selección del tema del Trabajo Integrador Grupal (TIG) trabajo práctico utilizando el Campus (plataforma Moodle)		
<3> 23/03 al 28/03	Unidad 2 (finalización)	Presentación de problemas - Estudio de Casos	Observaciones metalográficas	trabajo práctico utilizando el Campus (plataforma Moodle)		
<4> 30/03 al 04/04	Unidad 3	Resolución de problemas				
<5> 06/04 al 11/04	Unidad 4 (inicio)	Presentación de problemas - Estudio de Casos	Observaciones metalográficas	trabajo práctico utilizando el Campus (plataforma Moodle)		
<6> 13/04 al 18/04	Unidad 4 (finalización)	Resolución de problemas				
<7> 20/04 al 25/04	Unidad 5	Presentación de problemas	Ensayo Jominy	trabajo práctico utilizando el Campus (plataforma Moodle)		
<8> 27/04 al 02/05	Evaluacion parcial	Resolución de problemas - Estudio de Casos			Ensayo Jominy	
<9> 04/05 al 09/05	Unidad 6 (inicio)					
<10> 11/05 al 16/05	Unidad 6 (finalización)	Resolución de problemas	Toma de dureza y observación metalográfica de la probeta Jominy	trabajo práctico utilizando el Campus (plataforma Moodle)		
<11> 18/05 al 23/05	Unidad 7	Resolución de problemas - Estudio de Casos		Clase de exposición en aula del Ing. Eduardo VIVA, Especialista en Aceros especiales	Ensayo metalográfico de pieza utilizada en el proyecto de gestión automotriz.	
<12> 25/05 al 30/05	Unidad 8	Presentación de problemas		Visita práctica a la firma Böhler - Uddeholm y OERLIKON Probables visitas a METALSA y/o IMSA		

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<13> 01/06 al 06/06	Unidad 9 (inicio)	Resolución de problemas	Observación metalográfica	Video Streaming sobre tratamientos térmicos por inducción electomagnética y temple a la llama. Tratamientos térmicos en piezas soldadas. Zona afectada por calor.		
<14> 08/06 al 13/06	Unidad 9 (finalización)	Resolución de problemas		Clase expositiva del Ing. Horacio Hernando sobre No ferrosos		
<15> 15/06 al 20/06	Unidad 10			Video Conferencia con Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional de Pacheco sobre el Trabajo Integrador Grupal - Gestión de Proyectos sobre temas de Tecnología de los materiales aplicados a la Industria Automotriz. Intercambio de conocimientos por parte de los Docentes con participación del alumnado.		
<16> 22/06 al 27/06	Exposicion del trabajo integrador grupal (TIG)				Exposición del Trabajo Integrador Grupal (TIG)	

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	8	27/04	18:30	M1
2º	10	11/05	18:30	M1
3º	12	27/05	18:30	M1
4º	14	08/06	18:30	M1