



Planificaciones

6749 - Metalurgia Física

Docente responsable: AUDEBERT FERNANDO ENRIQUE

OBJETIVOS

Profundizar los conceptos básicos de la Metalurgia Física dentro de un contexto general de la Ciencia de Materiales. Comprender la formación de la estructura de las aleaciones metálicas, sus posibilidades de control y modificación mediante métodos convencionales y nuevas técnicas de procesamiento de materiales. Correlacionar la microestructura con las propiedades del material en volumen y en superficie, en particular, su comportamiento mecánico y frente a la corrosión. Generar una base de conocimientos que permita el diseño de una aleación y la selección del proceso más adecuado para una aplicación específica.

CONTENIDOS MÍNIMOS

PROGRAMA SINTÉTICO

LA ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES: Como se estructura la materia inorgánica. Como se puede observar en sus distintos niveles dimensionales.

DIFUSION: Leyes, mecanismos, aplicaciones.

SOLIDIFICACION: En equilibrio estable y metaestable, estructuras y propiedades. Como controlar una estructura de colada.

DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO DE FASES: Equilibrio Termodinámico en Aleaciones Binarias y Ternarias. Seguimiento de una Solidificación. Las posibilidades Metaestables.

LA DEFORMACION PLASTICA: Defectos estructurales, mecanismos de deformación a baja y alta temperatura, aplicaciones tradicionales y técnicas en desarrollo.

TRANSFORMACIONES DE FASE EN ESTADO SOLIDO: Termodinámica y cinemática de las transformaciones, aplicación a los tratamientos térmicos.

EL CONTROL MICROESTRUCTURAL: Aplicación de los conceptos desarrollados para la Solidificación, el Equilibrio de Fases y las Transformaciones en Estado Sólido.

LA CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES EN SUPERFICIE:

- 1) Fenómenos de Corrosión.
- 2) Fenómenos Tribológicos.
- 3) Superficies Resistentes a la Degradación: Aleaciones y Técnicas.

PROGRAMA ANALÍTICO

UNIDAD 1: LA ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES

Nivel Estructural. Orden de Corto, Medio y Largo Alcance. Orden Químico y Topológico. La importancia del tamaño atómico y las características del enlace. Energía de Cohesión. Enlaces Primarios y Secundarios. La Interacción de Van der Waals-London. La Interacción Electroestática. Número de Coordinación. Las Redes de Bravais. Estructura de los Líquidos y de los Sólidos. Estructuras Amorfas, Cristalinas y Cuasicristalinas. La Estructura de las Aleaciones Metálicas: Los Metales Puros, las Soluciones Sólidas, las Fases Intermetálicas: Fases de Laves, de Hume-Rothery, de Inserción, Cristales de Mackay y aproximantes, etc. Técnicas de Caracterización Estructural según su orden dimensional: La generación de los Rayos X, La Difracción de Rayos X, La Intensidad Difractada, El Factor de Estructura, La Ley de Bragg. Aplicaciones: La identificación de Fases, efectos de Textura cristalina, Deformaciones y Tensiones. Determinación del Tamaño de Grano. Microscopía Óptica y Electrónica, etc.

UNIDAD 2: DIFUSION

Mecanismos de Difusión en Sólidos: de vacancias, de intersticiales, de anillos y de bordes de grano. Primera y Segunda ley de Fick. Influencia de la concentración y de la temperatura en el coeficiente de difusión. Experiencia de Kirkendall. Aplicaciones de la difusión en los procesos metalúrgicos, Creep, Soldadura por Difusión, etc.

UNIDAD 3: SOLIDIFICACION

Equilibrio Termodinámico. Solidificación en Equilibrio Estable. Solidificación fuera de Equilibrio. Estructuras Metaestables, Fases Ordenadas Metaestables y Fases Amorfas. Diagramas de Transformaciones de Fases. Modelo de Nucleación y crecimiento. Nucleación homogénea y heterogénea. Subenfriamiento constitucional. Crecimiento plano y dendrítico. Solidificación Eutéctica. La transformación peritéctica. Estructura de colada y

defectos de solidificación. Solidificación direccional. Estructuras de solidificación rápida. Relación Estructura-Propiedades.

UNIDAD 4: DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO DE FASES

Sistemas Binarios y Ternarios. Equilibrio termodinámico de fases en un sistema de aleaciones mediante la aplicación de las curvas de energía Libre. Diagramas de Equilibrio Ternario: cortes isotermicos, isopleas, proyección de la superficie del líquido. Seguimiento de una solidificación en equilibrio estable y metaestable. Interpretación de estructuras y su relación con las propiedades. Sistemas base Aluminio, base Cobre y Base Magnesio.

UNIDAD 5: LA DEFORMACION PLASTICA

Defectos estructurales: puntuales, lineales y de superficie. Dislocaciones de borde y de helice. Resistencia al movimiento de dislocaciones. Manantial de Frank-Read. Campo de tensiones y energía elástica asociada con dislocaciones. Interacción entre dislocaciones. Trepado. Maclado. Fallas de Apilamiento. El Mecanismo de Orowan. El Efecto Bauschinger.

La Deformación a Alta Temperatura, Recristalización Dinámica y Fenómenos Difusivos. Creep y Superplasticidad.

Recocido de Recristalización: Deformación crítica. Energía almacenada. Liberación de energía por activación termica. Influencia del Tiempo y la Temperatura. Recuperación, Recristalización y Crecimiento de Grano. Control de la estructura y sus propiedades.

UNIDAD 6: TRANSFORMACIONES DE FASE EN ESTADO SOLIDO

Termodinámica y Cinética de las Transformaciones. Transformaciones Isotermicas y con Cambio de Temperatura. Diagramas de Transformaciones. Influencia de la velocidad de cambio de temperatura. Transformaciones Alotrópicas. Influencia de los elementos aleantes. La Transformaciones Martensíticas en diversas aleaciones. Transformaciones estructurales durante el revenido de los aceros. La transformación de precipitación. Tratamiento termico de solubilización y envejecimiento. El Aleado Mecánico. Relación Estructura-Propiedades.

UNIDAD 7: EL CONTROL MICROESTRUCTURAL

EL Control por Composición Química. El Control por Solidificación, la influencia de la relación Gradiente Termico/Velocidad de la Interfase Sólido-Líquido. El Control por Tratamientos: Termicos, Mecánicos, etc. Microestructuras de Fundiciones Ferrosas: Diagrama Fe-C-Si, Clasificación, Estructuras y Propiedades, Tratamientos Termicos, Influencia de los Elementos Aleantes, Aplicaciones.

Microestructuras de Fundiciones No-Ferrosas: Aleaciones Antifricción. Aleaciones de Aluminio. Aleaciones de Magnesio. Aleaciones de Titanio.

Técnicas de Solidificación Rápida: Colada Continua de Planos, Pulvimetalúrgicas, Inyección a Presión. Nuevas aleaciones metálicas amorfas y nanoestructuradas, Propiedades y potenciales Aplicaciones.

Técnicas de Procesamiento Semisólido: Rheocasting, Thixocasting, Thixoforming.

UNIDAD 8: CONCEPTOS DE CORROSION

Corrosión Química y Electroquímica. Curvas de Polarización. Pasividad de Metales. Pares Galvánicos. Ataque localizado. Corrosión bajo tensión. Corrosión Microbiana. Aleaciones resistentes a la corrosión. Inhibidores. Técnicas de Ensayo. Métodos de Protección. Consideraciones de Diseño.

UNIDAD 9: CONCEPTOS DE TRIBOLOGIA Y RECUBRIMIENTOS Y TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES

Procesos de Desgaste: Abrasión, Adhesión, Cavitación, Impacto, Erosión, etc. Corrosión-Desgaste. Tratamientos Superficiales Termicos, Mecánicos y Termoquímicos. Nuevas Técnicas de Recubrimientos y Tratamientos Superficiales: por aplicación Laser, Deposición desde la fase vapor, Spray Termico (Oxygen fuel, Plasma, High Velocity Oxygen Fuel - HVOF-), etc.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) "Physical Metallurgy", Ed. by R. Cahn and P. Haasen, North-Holland, Amsterdam (1996).
- 2) "Fundamentos de Metalurgia Física", John D. Verhoeven, Ed. Limusa (1987).
- 3) "Introduction to Solid State Physics", Charles Kittel, sixth edition, Ed. John Wiley & Sons (1986).
- 4) "Basic Solid State Chemistry", Anthony R. West, Ed. John Wiley & Sons (1988).
- 5) "Metals Handbook", Vol. 10, Materials Characterization, ASM, Ninth Edition (1986).
- 6) "Metalografía", Tomo I y II, A. P. Guliajev, Ed. Mir-Moscu, segunda edición (1983).
- 7) "Solidification Processing", Merton C. Flemings, McGraw Hill, Series in Materials Science and Engineering (1974).
- 8) "Fundamentals of Solidification", W. Kurz & D. Fisher, Trans Tech Pub., Switzerland (1992).
- 9) "ASM Handbook", Vol. 3, Alloy Phase Diagrams, ASM (1992).
- 10) "Phase Diagrams in Metallurgy", F. Rhines, McGraw-Hill, NY (1965).

- 11) "La Deformación Plástica", Fernando Audebert, Apunte, 2ª Ed. (1996).
- 12) "Manual del Ingeniero", Vol 12, "Tratamientos Térmicos de los Aceros", Hans Stademan, Ed. Urmo (1980).
- 13) "Introducción a la Electroquímica", D. Posadas, OEA (1980).
- 14) "Corrosión", Jose R. Galvele, OEA (1979).
- 15) "Introducción a la Ciencia de los Materiales", Vol II, "Propiedades Termodinámicas", J. Brophy, R. Rose y J. Wulff, Ed. Limusa-Wiley (1968).
- 16) "Tribología y Tratamientos Superficiales", Fernando Audebert, Apunte (2000).
- 17) "Principios de Metalurgia Física", R. Reed-Hill, Cia. Ed. Continental (1968).

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

La Metodología del curso es del tipo Teórico-Práctico, es decir, no está dividido en clases teóricas y clases de Trabajos Prácticos. Se desarrollan los temas en forma integral, combinando exposiciones teóricas, resolución de problemas, observación de experiencias y el desarrollo de prácticas de laboratorio donde el alumno tiene participación en parte del diseño de la misma.

Recursos Didácticos: Para las exposiciones teóricas se utilizan básicamente, Presentaciones en Power Point, Transparencias y Pizarrón. Se recomienda que el alumno cuente con las copias de las transparencias al iniciar el curso. Se utilizan además proyección de videos.

Trabajos Prácticos: Se desarrollan dos tipos de Trabajos Prácticos; los de tipo Demostrativos y los Participativos. Además se realizan clases de resolución de problemas y visitas a laboratorios para ver equipos tales como: Difractómetro de Rayos X, Microscopios Electrónicos de Barrido, Equipos de Solidificación Rápida, Láseres para Tratamientos Térmicos y Recubrimientos.

Formato de la Documentación: Cada alumno llevará permanentemente actualizada una Carpeta de Trabajos Prácticos con la carátula según diseño provisto por los docentes, y todos los informes y trabajos prácticos resueltos realizados hasta la fecha, así como toda otra documentación que los docentes le requieran oportunamente. La Carpeta de Trabajos Prácticos deberá ser presentada en oportunidad de la evaluación final.

Evaluaciones: se tomará una evaluación parcial durante el desarrollo del curso. Las evaluaciones (parcial y examen final/coloquio) consistirán en preguntas sobre temas teóricos y referentes a los trabajos prácticos.

Habilitación para Examen Final: A fin de poder acceder al examen final (o coloquio integrador) de la materia, el alumno deberá haber aprobado la evaluación parcial y tener aprobados todos los Trabajos Prácticos de la misma. Para ello, deberá tener completa y visada por un docente de la asignatura su carpeta de trabajos prácticos donde a su vez conste que aprobó el examen parcial.

Modalidad de Evaluación Parcial

Se tomará una evaluación parcial al promediar el curso, la cual consistirá en la resolución de problemas y preguntas sobre temas teóricos y referentes a los trabajos prácticos.

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	LA METALURGIA FÍSICA EN LA CIENCIA DE MATERIALES					1-2
<2> 16/03 al 21/03	LA ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES	TP-1		TP-1		1-2-3-4-17
<3> 23/03 al 28/03	DIFUSIÓN	TP-2	TP-2			2-15-17
<4> 30/03 al 04/04	SOLIDIFICACIÓN			TP-3	TP-1 01/04	1-2-6-7-8-15-17
<5> 06/04 al 11/04	DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO DE FASES					9-10-17
<6> 13/04 al 18/04	DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO DE FASES	TP-4		TP-4	TP-2 15/04	9-10-17
<7> 20/04 al 25/04	MECANISMOS DE DEFORMACIÓN PLÁSTICA		TP-5			2-11-17
<8> 27/04 al 02/05	RECOCIDO DE RECRISTALIZACIÓN	TP-5			TP-3 29/04	2-11-12-17
<9> 04/05 al 09/05	TRANSFORMACIONES DE FASE				TP-4 16/05	1-2-6-15-17
<10> 11/05 al 16/05	CONSULTAS / PARCIAL	Parcial				
<11> 18/05 al 23/05	TRANSFORMACIONES DE FASE	TP-6	TP-6		TP-5 20/05	1-2-6-15-17-18
<12> 25/05 al 30/05	CONTROL MICROESTRUCTURAL		TP-7	TP-7	TP-6 27/05	1-2-7-8-17-18
<13> 01/06 al 06/06	CORROSIÓN					13-14-15
<14> 08/06 al 13/06	TRIBOLOGIA Y TRATAMIENTOS DE SUPERFICIES				TP-7 10/06	16
<15> 15/06 al 20/06	CONSULTAS / RECUPERACION I	Parcial		TP-8		
<16> 22/06 al 27/06	TRATAMIENTOS DE SUP. CONSULTAS -				TP-8 24/06	

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	10	13/05	19:00	LM 1
2º	15	17/06	19:00	LM 1
3º				
4º				