

PRESIDENCIA DE LA NACION
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA
(Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico-OEA)

Segundo Curso de Entrenamiento Avanzado en Metalurgia

DEPARTAMENTO DE MATERIALES
BUENOS AIRES

1977

**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
PRESIDENCIA DE LA NACION**

**PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA
(Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico-OEA)**

**SEGUNDO
CURSO
DE
ENTRENAMIENTO
AVANZADO
EN
METALURGIA**

Departamento de Materiales

Buenos Aires

1977

INTRODUCCION

La formación de profesionales, en el primer nivel de postgrado, estuvo cubierta exitosamente durante diez años por el Curso Panamericano de Metalurgia, actualmente dictado en la Ciudad de México. Es por ello que, para llenar este vacío, el Departamento de Metalurgia aprobó la organización de un curso anual de especialización en Metalurgia, sobre la base de una propuesta que formulara la dirección del Programa Multinacional de Metalurgia, en octubre de 1975.

Este curso, fué planificado de manera tal que pudiera ser tomado total o parcialmente, con el objeto de cubrir las necesidades de formación de nuevos profesionales y además, el reciclado de profesionales de la industria. Para alcanzar estos objetivos, se contó con la brillante trayectoria docente del Departamento de Materiales.

Como resultado de esta gestión, más de un centenar de profesionales participaron total o parcialmente durante el presente año, representando a más de treinta instituciones, entre las que se cuentan Centros de Investigación, Universidades, Fuerzas Armadas, Empresas Estatales e Industrias privadas, tanto argentinas como de Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, México, Perú y Venezuela.

El gran interés que este curso ha despertado en todo el país, pone de manifiesto la necesidad de su realización periódica, ya que además de la formación académica, representa un medio eficaz de interacción entre la CNEA y la Industria Nacional.

Finalmente, hay que destacar que de acuerdo con la filosofía del Programa Multinacional de Metalurgia, estos cursos estuvieron abiertos para profesionales de otros países Latinoamericanos, que participaron financiados por sus propias Instituciones.

II CURSO DE ENTRENAMIENTO AVANZADO EN METALURGIA

Iniciación	1° Marzo, 1977
Clausura	9 Diciembre, 1977

Coordinador del Curso: Ing. DANIEL E. BALZARETTI

PROFESORES

El personal docente, integrado por profesionales universitarios, de Institutos e Industrias y por investigadores de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), fué el siguiente:

Ing. M.R. ABRIATA	Rosario, Argentina
Dr. R. ACUÑA	CNEA, Argentina
Ing. J.C. ALMAGRO	CNEA, Argentina
Dra. D. ARIAS	CNEA, Argentina
Ing. J.N. BAEZ	CNEA, Argentina
Ing. D.E. BALZARETTI	CNEA, Argentina
Dr. H.R. BERTORELLO	IMAF, Argentina
Dr. L. BOSCHI	CNEA, Argentina
Dra. S.M. de DE MICHELI	CNEA, Argentina
Ing. L.A. DE VEDIA	SIMET, Argentina
Dra. F. DYMENT	CNEA, Argentina
Ing. H. ESPEJO	CNEA, Argentina
Lic. M.G.A. de FERNANDEZ	CNEA, Argentina

Ing. A.M. HEY	CNEA, Argentina
Dr. M. IPOHORSKI	CNEA, Argentina
Ing. L. IURMAN	I.A.S., Argentina
Ing. J.E. KITTL	CNEA, Argentina
Ing. C.J. LERCH	SIMET, Argentina
Ing. R.A. MENDEZ	Rosario, Argentina
Ing. R.O. MENDEZ	Rosario, Argentina
Dra. A.S. de OVEJERO	CNEA, Argentina
Dr. C. PAMPILLO	ALUAR, Argentina
Dr. C. RODRIGUEZ	CNEA, Argentina
Dr. J.E. RUGE TELLEZ	Universidad Nacional, Bogotá, Colombia
Ing. A. SAENZ LOPEZ	Universidad Nacional del Sur, Argentina
Ing. M. SARRATE	ALUAR, Argentina
Dr. E.J. SAVINO	CNEA, Argentina
Dr. C.J. SEMINO	CNEA, Argentina
Ing. M. SOLARI	CNEA, Argentina
Dra. R.H. de TENDLER	CNEA, Argentina
Ing. D.I. VASSALLO	CNEA, Argentina
Ing. C. VENTURINO	CNEA, Argentina

II CEAM
CICLO DE ESPECIALIZACION

PARTICIPANTES

	Transformaciones	Mecánicas	Metalografía	Óptica	Difracción de Rayos X	Microscopía Electrónica	Técnicos de Microanálisis	Aceros	Mecánica y Metalurgia de la Fractura	Soldadura	Ensayos no destructivos
AKEL, José D. (Ind. Metal. Pescarmona, Argentina)								x		x	
ALEMAN, Ricardo E. (Fáb. Militar San Martín, Argentina)										x	
ALVAREZ, Eduardo D. (INTI, Argentina)										x	
AMAGLIANI, Emilio A. (Base Comandante Espora, Arg.)			x					x	x		
AMORETTI, Marcos R. (Ind. Metal. Pescarmona, Arg.)								x	x	x	
ASEGUINOLA, Fernando (Fiat, Argentina)								x	x	x	
AVELLANA VILA, Ramón (Mercedes Benz Argentina)		x	x		x			x	x	x	x
BARRIENTOS, Juan Carlos (Fábrica Militar Rfo III, Arg.)											x
BASANTA, Alberto (SOMISA, Argentina)											x
BAUM, Pablo O. (Mercedes Benz Argentina)								x			
BERMUDEZ de HELGUERO, Luisa (INTI, Argentina)		x	x		x			x			
DE QUEIROZ, Helio M. (USIDINAS Brasil)											x
DELAGO FIALLO, Héctor (U.N. Colombia)	x	x	x		x			x	x	x	x
DOMINGI, Vicente (Establ. Met. Santa Rosa, Argentina)		x						x			
DONATO, Mirra G. (SOMISA, Argentina)									x		
EGIDI, Daniel (INTI, Argentina)	x	x	x		x			x	x	x	x
EGIDO, Francisco J. (CNEA, Argentina)										x	
ESPERON, Juan P. (SEND, Argentina)	x	x	x		x			x	x	x	x
FORLERER de SVARCH, Elena (CNEA, Argentina)					x						
GAMIANIN, José (Curmendi, Argentina)										x	
GARAY RIVERA, Angel (U.N. San Marcos, Perú)			x		x						
GATTINI COLLAV, Victor H. (U. Santa María, Chile)											
GHOLDI, Carlos A. (Mercedes Benz Argentina)										x	
GONZALEZ, Leopardo (SIDOR, Venezuela)		x	x		x			x	x	x	x
GUGELMEIER, Ricardo A. (Instituto de Física Balseiro, Arg.)	x	x	x		x			x	x	x	x
KURCBART, Bernardo D. (CNEA, Argentina)	x							x	x	x	x

CICLO DE ESPECIALIZACION (cont.)

PARTICIPANTES

Transformaciones	Mecánicas	Metatografía	Óptica	Difracción de Rayos X	Microscopía Electrónica	Técnicas de Microanálisis	Aceros	Mecánica y Metalurgia de la Fractura	Soldadura	Ensayos no Destructivos
LACUNZA, Francisco O. (CNEA, Argentina)									x	
LAUFANG, Sergio G. (Mercedes Benz Argentina)							x			
LERIN, Osvaldo L. (SEGBA, Argentina)									x	
LOPEZ, Leonardo (Establ. Metal. Santa Rosa, Argentina)		x								
LOPEZ HURNA, Fernando (SOMISA, Argentina)										x
LLOVERAS, Jorge O. (Fábrica Militar ECA, Argentina)										x
MACHAIN, Ricardo H. (USMINAS, Brasil)	x									
MANARINI, Humberto M. (Fábrica Militar San Martín, Arg.)										x
MENDER, Alberto M. (U.N. Tucumán, Argentina)	x	x		x	x	x	x	x	x	x
MENENDEZ, Luis E. (CITEFA, Argentina)		x		x	x	x				
MENONI, Carmen S. (CNEA, Argentina)		x		x	x	x				
MILANO, Carlos A. (Fiat, Argentina)	x				x	x	x	x	x	x
MOLINAS, Bernardo J. (U.N. Rosario, Argentina)				x						
MONTI, Julio A. (Fábrica Militar ECA, Argentina)	x									
MOUR, Juan B. (Fábrica Tractores Fiat, Argentina)	x				x	x	x	x	x	x
MOURE, Isidro F. (Fábrica Militar ECA, Argentina)		x		x	x	x				
OKI, Hiroshi (CETESB, Brasil)									x	x
OLMEDO, Ana María (INTI, Argentina)	x	x		x	x	x	x	x	x	x
OTAIZA THEODULZ, Jaime (U. Católica de Chile)								x	x	x
PEDONE, Hugo A. (Fábrica Militar Rº III, Arg.)		x		x	x	x				
PERALTA, Teodoro A. (SOMISA, Argentina)		x								
PISTELLI USPA, Alberto (SEGBA, Argentina)										x
PREMIO, Arnaldo H. (Establ. Met. Santa Rosa, Argentina)	x									
PRIETO MONTALVO, Hernán (Esc. Politécnica Nac., Ecuador)	x	x		x	x	x	x	x		
RESTA LEVI, Max (CNEA, Argentina)	x									
ROBERT NUNEZ, Teresita (UNAM, México)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

CICLO DE ESPECIALIZACIÓN (cont.)

PARTICIPANTES

	Transformaciones Mecánicas	Metatografía Óptica	Difracción de Rayos X	Microscopía Electrónica	Técnicas de Microanálisis	Aceros	Mecánica y Metalurgia de la Fractura	Soldadura	Ensayos no Destructivos
RUZZANTE, José E. (CNEA, Argentina)	x								
SALAMA, Daniel R. (CNEA, Argentina)								x	x
SALOMONE, Juan Carlos (Fábrica Militar ECA, Arg.)						x			
SANCHEZ, José H. (U.T.N., Argentina)	x	x	x	x	x	x			x
SANTACHLARA, Hugo (SOMISA, Argentina)							x		
SANTOS, Carlos D. (Est. Met. Santa Rosa, Argentina)							x		
TEMINO, Raúl (SOMISA, Argentina)						x			
TOLEDO VALLEJOS, Mario (ENT, Perú)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VALENTINI, José A. (CETESB, Brasil)								x	x
VELEZ MARTINEZ, Miguel (Univ. Michoacana, México)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VICENTE, Eduardo (CNEA, Argentina)							x		
VEURRAGA SOSA, Regulo N. (ENT, Perú)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
WEBER, Mario A. (PROESCO S.A., Argentina)								x	x
ZARA, Roberto D. (Fábrica Militar Gral. San Martín, Arg.)								x	

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

ALTOS HORNOS ZAPLA

ALUAR

CENTRO ATOMICO BARILOCHE

CENTRO CERAMICO DENTAL

CETESB, Brasil

C.I.T.E.F.A.

COMESI

C.V.G. SIDERURGICA DEL ORINOCO (Cdad. Matanzas, Venezuela)

ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA TECNICA, Perú

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, Ecuador

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, Ecuador

ESTABLECIMIENTOS METALURGICOS SANTA ROSA

FABRICA DE TRACTORES FIAT

FABRICA MILITAR "ECA"

FABRICA MILITAR GENERAL SAN MARTIN

FABRICA MILITAR RIO TERCERO

FIAT CONCORD

GURMENDI

I.M.A.F.

INDUSTRIAS METALURGICAS PESCARMONA

I.N.T.I.

MERCEDES BENZ ARGENTINA

PROESCO

PROPULSORA SIDERURGICA

S.E.G.B.A.

S.E.N.I.D.

SOMISA

TALLER AERONAVAL CENTRAL COMANDANTE ESPORA

TECNICAS AVANZADAS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

UNIVERSIDAD MICHOACANA SAN NICOLAS DE HIDALGO, México

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARCOS, Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA, Chile

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL

USIMINAS, Brasil

Y.P.F.

PLAN DE ESTUDIO

CICLO BASICO

Módulos	Clases	
	Teóricas hs	Prácticas hs
Introducción a la Metalurgia	24	24
Instrumental	12	6
Termodinámica	32	28
Cristalografía	12	16
Introducción a la Metalurgia Física	25	25
Defectos en Cristales y Difusión	30	30
Solidificación y Estructura de Piezas Fundidas	24	24
Transformaciones de Fase y Tratamientos Térmicos	30	13
Propiedades Mecánicas	30	-
Corrosión	21	24
TOTAL	240	190

CICLO DE ESPECIALIZACION

Módulos	Clases	
	Teóricas hs	Prácticas hs
Transformaciones Mecánicas	45	12
Técnicas Especiales:		
- Metalografía Óptica	9	9
- Difracción de Rayos X	12	12
- Microscopía Electrónica	12	12
- Técnicas de Microanálisis	9	9
Aceros	40	-
Mecánica y Metalurgia de la Fractura	18	15
Soldadura	35	12
Ensayos no Destructivos	30	25
TOTAL	210	106

CICLO BASICO**INTRODUCCION A LA METALURGIA****Profesor J. E. Kittl****Programa**

Qué es un metal. Metales como cristales. Metalografía.
Deformación plástica. Recristalización
Diagramas de equilibrio de aleaciones
Solidificación. Estructuras de solidificación
Transformaciones en el estado sólido

Clases Prácticas

Uso del microscopio. Pulido mecánico. Pulido químico. Pulido electroquímico
Deformación plástica de metales y aleaciones
Deformación superficial producida por abrasión
Diagramas de equilibrio

INSTRUMENTAL**Profesor L. Boschi****Programa**

Medición de variables metalúrgicas
Controladores. Registradores
Hornos y refractarios
Bajas presiones
Ensayos no destructivos
Diseño de instrumental

Clases Prácticas

Termocuplas y control de hornos
Bajas presiones. Pirometría óptica

TERMODINAMICA

Profesores R.O. Méndez, M. Abriata y R.A. Méndez

Programa

Introducción. Sistemas termodinámicos. Primer principio. Energía interna

Entalpía. Segundo principio. Entropía. Cambios reversibles e irreversibles

Sistemas de varios componentes. Potencial químico. Equilibrio en sistemas heterogéneos. La regla de las fases

El potencial químico en gases ideales y sustancias reales, actividad, fugacidad. Estados tipos

Curvas de energías libres en soluciones binarias y diagramas de equilibrio

Soluciones ideales y reales. Equilibrio químico

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

CRISTALOGRAFIA

Profesor R. Acuña

Programa

Estructura reticular de los sólidos cristalinos. Elementos de simetría

Proyección estereográfica. Estructura atómica de los metales

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

INTRODUCCION A LA METALURGIA FÍSICA

Profesor H.R. Bertorello

Programa

Propiedades atómicas de la radiación:

- Radiación del cuerpo negro

- Modelos atómicos

Propiedades ondulatorias de las partículas:

- Ecuación de Schrodinger
- Números cuánticos
- Densidad de probabilidad electrónica
- Reglas de selección
- Principio de exclusión de Pauli

Átomos multielectrónicos y la teoría de Schrodinger:

- Espectros atómicos

Electrones en metales:

- Conductividad eléctrica
- Resistividad de aleaciones

Aleaciones:

- Soluciones sólidas
- Soluciones sólidas intersticiales
- Solubilidad de átomos en intersticios

Soluciones sólidas sustitucionales:

- Límite de solubilidad sólida primaria
- Límite de fases de aleaciones

Efecto de tamaño atómico en soluciones sólidas.**Fases intermedias con amplia solubilidad:**

- Fases electrónicas
- Fases de Laves
- Estructuras defectuosas
- Soluciones sólidas ordenadas
- Super-redes
- Super-redes de largo período
- Orden de largo y corto alcance

Clases Prácticas**Problemas de aplicación****DEFECTOS EN CRISTALES Y DIFUSION**

Profesores E.J. Savino, F. Dymont y R.H. de Tandler

Programa**Imperfcciones en cristales**

Campo de distorsión, energía de formación y de migración de intersticiales, vacancias e impurezas

Dislocaciones, definición de vector de Burgers

Dislocaciones de borde y de hélice. Generación de dislocaciones, estabilidad, energía, regla de Frank

Plasticidad de cristales. Movimiento conservativo y no conservativo de dislocaciones. Multiplicación de dislocaciones. Interacción entre dislocaciones y dislocaciones con defectos y solutos. Endurecimiento

Difusión. Soluciones de las ecuaciones de Fick. Métodos experimentales

Teoría fenomenológica. Teoría atómica. Difusión química y efecto Kirkendall

Influencia de la temperatura y la presión sobre el coeficiente de difusión

Aplicación de conceptos de difusión a problemas de metalurgia

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

SOLIDIFICACION Y ESTRUCTURA DE PIEZAS FUNDIDAS

Profesores D.E. Balzaretto y M. Solari

Programa

La transición líquido-sólido

Nucleación. Nucleación homogénea y heterogénea

Solidificación de metales puros

Solidificación de aleaciones binarias

- Redistribución de soluto en crecimiento con interfaz plana

- Sobreenfriamiento constitucional

- Redistribución de soluto con interfaz inestable

- Crecimiento dendrítico

- Microsegregación

Macroestructura de piezas y lingotes

Zonas de la macroestructura

Zona acoquillada, columnar y equiaxial

Macrosegregación en piezas y lingotes

Clases Prácticas

Microsegregación en aleaciones Al-Cu

Parámetros que determinan la macroestructura en lingotes

Problemas de aplicación

TRANSFORMACIONES DE FASE Y TRATAMIENTOS TERMICOS

Profesores D. Arias, A. Sarce de Ovejero y C. Rodríguez

Programa

Clasificación general de transformaciones de fase

Teoría de nucleación y crecimiento

Transformaciones sin cambio de composición:

- Recuperación, recrystalización y crecimiento de grano
- Transformación masiva, características, cinética de migración, relación con migración de borde de grano
- Transformación martensítica en materiales ferrosos y no ferrosos, fenómenos de memoria de forma

Transformaciones controladas por difusión, características:

- Precipitación de ferrita a partir de austenita
 - Reacción eutectoide, formación de perlita, cinética y morfología
 - Diagramas TTT isotérmicos y de enfriamiento continuo
 - Transformación bainítica, bainita superior e inferior en aceros
- Precipitación de zonas de Guinier-Preston y fases intermedias. En endurecimiento por precipitados

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

PROPIEDADES MECANICAS

Profesor C. Pampillo

Programa

Microestructura cristalina y propiedades mecánicas

Deformación plástica como un proceso inhomogéneo

Movimiento de dislocaciones y flujo de deformación plástica

Obstáculos al movimiento de dislocaciones, envejecimiento. Punto de fluencia

Bordes de granos. Policristales. Ley de Petch

Endurecimiento por trabajado. Trabajado en frío. Recuperación, poligonización y recrystalización durante la deformación. Trabajado en caliente

Procesos térmicamente activados. Deformación plástica controlada por difusión; creep

Nucleación de clivaje; propagación en clivaje. Transición clivaje-dúctil

CORROSION

Profesores S.M. de De Micheli, C.J. Semino y G.A. de Fernández

Programa

Corrosión química
Corrosión electroquímica
Curvas de polarización, determinación y uso
Pasivación de metales
Picado de metales y corrosión en rendijas
Ataque intergranular
Corrosión bajo tensiones
Aleaciones resistentes a la corrosión

Clases Prácticas

Corrosión electroquímica
Diagramas de Pourbaix
Pares galvánicos
Pasivación

CICLO DE ESPECIALIZACION

TRANSFORMACIONES MECANICAS

Profesores L. Iurman, A. Sáenz López y J. C. Almagro

Programa

Tensiones y deformaciones. Elementos de las teorías de elasticidad y plasticidad
 Leyes de la deformación plástica
 Trabajo de deformación plástica
 Medición de la resistencia a la deformación de los metales
 Ensayos mecánicos
 Procesos de trabajado mecánico. Laminación y forjado
 Extrusión y trefilación

Clases Prácticas

Deformación en máquina universal de ensayo del acero bajo en carbono recocido
 Observación durante la deformación de aparición y propagación de bandas de Luders y desaparición del efecto de deformación inhomogénea por la aplicación de una pre-deformación dada por laminación. Relacionar estos efectos por la observación visual de la probeta y la característica de las curvas fuerza-deformación registrada en la máquina
 Ensayo de impactos de aceros soldados, a temperatura de nitrógeno líquido y ambiente, mediciones de la energía absorbida y fractura
 Extensometría eléctrica, técnica de medición, de pegado y precauciones que se deben tomar al hacer las medidas

TECNICAS ESPECIALES

Programa

METALOGRAFIA OPTICA

Profesor D.I. Vassallo

Microscopía óptica

Técnicas de preparación metalográfica

Metalografía no destructiva

Otras técnicas

Clases Prácticas

Técnicas en metalografía no destructivas

DIFRACCION DE RAYOS X

Profesor R. Acuña

Difracción de onda por los cristales. Rayos X. Producción. Método experimental. Método del cristal único; idea somera del método de cristal giratorio, el método de Laue en reflexión. El método de Debye-Scherrer. Difractometría. Montajes experimentales. Interpretación de resultados. Aplicaciones de los métodos radio-cristalográficos

Clases Prácticas

Problemas de aplicación

MICROSCOPIA ELECTRONICA

Profesor M. Ipohorski

El microscopio electrónico de transmisión. Teoría cinemática de la difracción de electrones. Contraste de defectos cristalinos. Campo oscuro. Microscopía electrónica de barrido; Interpretación de imágenes. Aplicaciones. Observación de réplicas

Clases Prácticas

Operación del microscopio electrónico Philips EM300. Observación de réplicas. Observación de láminas delgadas cristalinas. Observación de difracción de electrones

TECNICAS DE MICROANALISIS

Profesor H. Espejo

Microsonda electrónica y laser: Análisis cualitativo y cuantitativo Aplicaciones. Otras técnicas de microanálisis: Microsonda iónica

Clases Prácticas

Aplicaciones experimentales y ensayos generales con los equipos

ACEROS

Profesores J.E. Ruge Tellez, C.J. Lerch y A.M. Hey

Programa

Metalurgia física del hierro y de los aceros
 Aceros estructurales
 Aceros tratados térmicamente
 Aceros inoxidables

MECANICA Y METALURGIA DE LA FRACTURA

Profesores M. Sarrate y C. Pampillo

Programa

Fundamentos de la propagación de fisuras. Tensión plana
 Deformación plana
 Medición de K_{IC} (tenacidad a la fractura)
 Aplicaciones prácticas de la mecánica de la fractura. Previsión de fallas y diseño de estructuras
 Crecimiento de fisuras por fatiga
 Factores metalúrgicos que afectan a la fractura. Clivaje, transición, clivaje-dúctil. Fractura dúctil
 Efectos de composición y variables termomecánicas en la fractura

Clases Prácticas

Problemas de aplicación práctica

SOLDADURA

Profesores L.A. de Vedia y M. Solari

Programa

Clasificación de los procesos de soldadura
 Procesos de soldadura por arco
 Electrodo revestido, arco sumergido, electroescoria MIG-CO₂, TIG
 Soldadura por resistencia
 Procesos de soldadura en fase sólida, soldadura flash, fricción
 Brazing y soldering
 Metalurgia de la soldadura por fricción. Mecánica de solidificación

Aceros al carbono y baja aleación

Metalurgia de la soldadura de los aceros inoxidables y aleaciones no ferrosas

Diseño de juntas. Tensiones residuales. Distorsión. Defectos

Clases Prácticas

Características externas de arco y fuentes de soldadura

Electrodo revestido. Recuperación de aporte

Proceso MIG CO₂. Características de transferencia

Arco sumergido. Geometría del cordón. Influencia de parámetros operativos. Electroescoria. Oxicorte

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Profesores J.N. Báez y C. Venturino

Programa

Introducción

Discontinuidades y defectos en los metales

Ensayo visual

Ensayo con líquidos penetrantes

Ensayo con partículas magnéticas

Radiografía industrial

Ensayo por ultrasonido

Ensayo por métodos electromagnéticos

Inspección de procesos metalúrgicos mediante END

Clases Prácticas

Inspección visual:

- a) Elementos auxiliares de la visión; uso de endoscopios rígidos y flexibles, lentes y lupas estereoscópicas
- b) Observación remota; uso de circuito cerrado de televisión

Radiografía:

- a) Ensayo radiográfico de soldaduras en tubos y placas. Técnicas de exposición a doble pared - simple imagen y a doble pared - doble imagen. Uso de indicadores de calidad de imagen. Determinación del efecto de la radiación dispersa
- b) Observación de radiografías: radiografías de referencia del IIW (norma IRAM 679). Evaluación de defectos en radiografías de soldaduras

Ultrasonidos:

- a) Uso de equipos de ultrasonido. Función de los diferentes contro
les
- b) Uso de bloques de calibración y patrones

Ensayo electromagnético:

Equipo para inspección de tubos en intercambiadores

Partículas magnéticas:

- a) Ensayo con equipos portátiles. Aplicación de técnica seca con corriente continua y corriente alterna
- b) Ensayos con equipos fijos. Magnetización con bobina. Técnica húmeda con partículas fluorescentes. Uso de luz negra. Desmagnetización

Líquidos penetrantes:

- a) Penetrantes coloreados y fluorescentes removibles con agua. Detección de fisuras de rectificado. Ensayo en superficies ru
gosas
- b) Bloques de fisuras de referencia. Fisuras por deformación en capas de cromo duro. Fisuras de fatiga térmica en bloque de aluminio
- c) Ensayo de pérdida en camisa de cilindro

TRABAJOS PRACTICOS

Los alumnos regulares se incorporaron a distintos grupos de trabajo del Departamento de Materiales y SATI de la Gerencia de Desarrollo de esta Comisión Nacional, y otras empresas complementando trabajos de los mismos.

Tema	Fundición de aleaciones magnéticas
Alumno	Ing. Eduardo S. Brignone
Lugar	Virasón S.A.

Tema	Torsión en caliente
Alumno	Ing. Daniel Egidi
Dirección	Ing. A.M. Hey
Lugar	Dto. Materiales, CNEA

Tema	Inclusiones (desgarre laminar)
Alumno	Lic. Juan P. Esperon
Dirección	Ing. A.M. Hey
Lugar	Dto. Materiales, CNEA

Tema	Ensayos no destructivos
Alumno	Ing. Carlos I. Jordán Villamar
Dirección	Ing. J.N. Báez
Lugar	INEND, CNEA

Tema	Parámetros operativos en soldadura por arco sumergido
Alumno	Sr. Bernardo D. Kurebart
Dirección	Dr. R.L. Apps
Lugar	INEND, CNEA

Tema	Corrosión
Alumno	Lic. Ana María Olmedo
Lugar	INTI

Tema	Ensayos no destructivos
Alumno	Ing. Hernán P. Prieto Montalvo
Dirección	Ing. J.N. Báez
Lugar	INEND, CNEA

Tema	Fractomecánica
Alumno	Ing. José H. Sánchez
Dirección	Ing. D. Di Bella
Lugar	Dto. Materiales, CNEA

Tema	Termometría en fundición. Fundición de aleaciones Al-U
Alumno	Ing. Mario Toledo Vallejos
Dirección	Ing. Daniel E. Balzaretto
Lugar	Dto. Materiales, CNEA

Tema	Soldadura por electroescoria
Alumno	Ing. Miguel Vélez Martínez
Dirección	Ing. Mario Solari
Lugar	Dto. Materiales, CNEA

Tema	Tratamientos térmicos en aceros microaleados
Alumno	Ing. Regulo Visurraga Sosa
Dirección	Ing. A.M. Hey
Lugar	Dto. Materiales, CNEA

PUBLICACIONES ESPECIALES

Lic. J.D. Hermida y Dr. R.J. Acuña

Técnicas experimentales de difracción de rayos X. Determinación del parámetro de red en cristales cúbicos mediante el método de Cohen

22 páginas, castellano

Ing. J.N. Báez

Ensayo ultrasónico de los materiales

130 páginas, castellano

Dr. A.F. Bonfiglioli, Dr. M. Ipohorski y Dr. R.J. Acuña

Elementos de cristalografía. Aplicaciones a la metalurgia física
páginas, castellano

Dr. H.R. Bertorello

Introducción a la metalurgia física

104 páginas, castellano

Ing. A.M. Hey

Temas de aceros

107 páginas, castellano

Dr. A.F. Bonfiglioli, Dr. R.J. Acuña y Dr. M. Ipohorski

Elementos de difracción de rayos X. Aplicaciones a la metalurgia física

257 páginas, castellano

Ing. L.A. de Vedia

Soldadura

99 páginas, castellano

SEMINARIOS ESPECIALES

Dictados por el Dr. R.L. Apps, Profesor de Tecnología de la Soldadura en el Instituto de Tecnología de Cranfield, Gran Bretaña:

"Metalurgia de la soldadura por fusión"

"Solidificación en la soldadura"

"Soldadura por "arco sumergido""

"Soldadura de aceros al C, C-Mn y de baja aleación"

"Defectos en soldaduras"

"Soldadura de aceros inoxidable y resistentes a altas temperaturas"

"Soldadura de aluminio y sus aleaciones"

"Soldadura de titanio y otros materiales reactivos"

VISITAS TECNICAS

ESTABLECIMIENTOS METALURGICOS SANTA ROSA

CON LA COOPERACION DE:

SIMET