

Nombre: Fractura y Fatiga de los Materiales

Tipo: Obligatoria

Semestre: Q2 (primavera)

ECTS: 5 (3T/1P/1L)

Puntos de docencia: 20

Periodicidad de la oferta: anual

Unidad básica responsable: Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica

PDI responsable: Marc Anglada Gomila

Idioma de impartición: castellano

Prerrequisitos recomendados: Comportamiento mecánico

Objetivos: El objetivo general de la asignatura es proporcionar las bases científicas necesarias para comprender, caracterizar, analizar y controlar la fractura de los materiales y componentes sometidos tanto estáticas como dinámicas. Los objetivos específicos. El objetivo específico es el de proporcionar conocimiento y herramientas para: a) caracterizar la resistencia a la fractura y a la fatiga de los materiales; b) el diseño y la selección de los materiales sometidos tanto a fuerzas estáticas como dinámicas; c) la determinación de la durabilidad y la vida n servicio de los materiales; la inspección y el control de la resistencia de los materiales; d) relacionar la resistencia a la fractura y a la fatiga con la microestructura de los materiales.

Entre las competencias genéricas que se pretenden alcanzar cabe destacar: a) la resolución de problemas de fractura y fatiga reales en cuya solución se apliquen los conocimientos adquiridos; b) la capacidad de trabajar en grupo en los trabajos prácticos de laboratorio; c) capacidad de comunicación escrita mediante la redacción de informes de laboratorio.

Contenidos:

- **Introducción a la rotura de los materiales.** Resistencia teórica. Ecuaciones constitutivas para el sólido elástico isotrópico y continuo. Criterios de plasticidad. Tensión plana y deformación plana. Defectos microscópicos y macroscópicos de los materiales. Factor de concentrador de tensiones Tipos de fractura. Fractografía. Resolución de problemas ilustrativos (4 horas).
- **Mecánica de la fractura elástica y lineal.** Campo de tensiones en la punta de una fisura. Factor de intensidad de tensiones. Factor de intensidad de tensiones para geometrías específicas. Principio de superposición. Fisuras semi-elípticas. Cálculo del factor de intensidad de tensiones. Aplicaciones. Resolución de problemas ilustrativos (5 horas).
- **Criterios energéticos.** La aproximación energética al estudio de la fractura. Criterio de Griffith. Energía disponible para la extensión de la fisura. Relación entre la energía disponible para la extensión de la fisura y el factor de intensidad de tensiones. El criterio de fractura en modo mixto. Trayectoria de la grieta. Resistencia a la extensión de una fisura: curva R. Ejemplos y aplicaciones. Resolución de problemas ilustrativos (5 horas).
- **Zona plástica y desplazamiento en la punta de una fisura.** Zona plástica delante de la punta de una fisura. La forma de la zona plástica. Deformaciones planas y tensiones planas en la punta de la fisura. Abertura de la punta de una grieta. Resolución de problemas ilustrativos (3horas)
- **Tenacidad de fractura.** La determinación de la tenacidad de fractura en deformación plana. Efecto del espesor. Relación entre la tenacidad de fractura y la microestructura. Ejemplos. Mecanismos de aumento de la tenacidad. La tenacidad de fractura de las distintas clases de materiales. La tenacidad de fractura en la selección de materiales

tolerantes a la presencia de defectos. Ejemplos. Resolución de problemas ilustrativos (5 horas)

- **Introducción a la Mecánica de la Fractura Elastoplástica.** La abertura de la grieta. Determinación experimental de la abertura de la punta de la grieta. Energía disponible para la fractura en un material elástico no-lineal: integral J. La integral J como integral independiente del camino. J como parámetro que caracteriza el campo de tensiones. Determinación experimental de J. Relación entre J i CTOD. (2 horas)
- **Mecanismos microscópicos de fractura.** Fractura frágil. Fractura intergranular a bajas temperaturas. Micromecanismos de fractura por descohesión (clivaje). Límite elástico i relación con el tamaño del grano. Micromecanismos de fractura. Modelo de Smith. Relación entre la tenacidad de fractura y los modelos microscópicos de fractura.: modelo KKR de la tensión crítica para la fractura por descohesión. Ejemplos del papel de la microestructura en la tenacidad. (3 horas).
- **Fatiga de materiales.** Deformación cíclica en los sólidos dúctiles. Endurecimiento y ablandamiento en monocristales. Saturación y curva de deformación cíclica. Estructuras de dislocaciones y bandas de deslizamiento persistente. Deformación cíclica en policristales. Efecto Bauschinger. Resistencia a fatiga. Curvas de Wöhler. Influencia de la tensión media. Oligofatiga. Ecuación de Coffin-Manson. Resolución de problemas ilustrativos (4 horas)
- **Nucleación de fisuras.** Rugosidad superficial. Iniciación en las bandas de deslizamiento persistente. Iniciación en los bordes de grano. Nucleación cerca de poros e inclusiones. Tratamientos superficiales para aumentar la resistencia a fatiga. Resolución de problemas ilustrativos (4 horas)
- **Crecimiento de fisuras por fatiga en sólidos dúctiles.** Ecuación de Paris-Erdogan. Cálculo de la vida a fatiga. Estadios de propagación de la fisura. Observaciones microscópicas. Fatiga en la región cercana al umbral de fatiga. Determinación del umbral de fatiga para la propagación. Resolución de problemas ilustrativos (8 horas)
- **Mecanismos de retardo del crecimiento de fisuras por fatiga.** Cierre de fisura inducido por la plasticidad, por capa de óxidos, por rugosidad, transformaciones de fase. Desvío de la fisura. Puenteo ("bridging") de fisuras en materiales compuestos. Apantallamiento de la punta de la fisura. (4 horas)
- **Fatiga bajo condiciones especiales.** Crecimiento de fisuras en la región cercana a concentraciones de tensiones. Fisuras pequeñas. Fatiga de amplitud variable. Corrosión fatiga. (4 horas)

Método docente:

La asignatura está estructurada en 3 ECTS teóricos, 1ECTS de resolución de problemas prácticos y 1 RCTS de laboratorio. La asignatura se expondrá durante un tiempo de 4 horas semanales una de las cuales estará dirigida a la resolución de ejercicios previamente propuestos a los estudiantes. Los estudiantes formarán grupos de 2/3 estudiantes para la realización de los trabajos prácticos de laboratorio con una presencia total en el laboratorio de 15 horas por estudiante. E. Los estudiantes deben realizar un informe de cada práctica en el cual constará un resumen, una introducción, una descripción del método experimental y de los materiales utilizados, los resultados obtenidos, un análisis de los resultados y su comparación con datos de la literatura, y finalmente las conclusiones y referencias. La extensión del informe no ha de ser superior a 6 páginas. Se valorará de forma especial la pulcritud, la concisión y la precisión del informe. La fecha límite de entrega del informe es de una semana después de finalización de todas las prácticas.

Método de evaluación:

- *Sistema de calificación*
- *La nota final, N_{final} , será el máximo de las siguientes medias ponderadas*

$$N_{final} = 0,8 N_{pp} + 0,2 N_{ep}$$

- $N_{final} = 0,8 N_{ef} + 0,2 N_{ep}$

- N_{final} : Nota final
- N_{ef} : Nota examen final
- N_{pp} : Nota prueba parcial
- N_{ep} : Nota prácticas

La primera ecuación solamente se aplica si todas las notas parciales son superiores a 5.

Material de soporte:

Bibliografía básica

1. Anglada, M., Alcalá, J., Llanes, L., Mateo, M., Salan, N., Fractura de Materiales, Edicions UPC, 2002.
2. Hertzberg, R.W., Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, 3rd edition, John Wiley & Sons, New York, 1989.
3. Suresh, S., Fatigue of Materials, Cambridge University Press, 1991.

Bibliografía complementaria

4. Broek, D., Elementary Engineering Fracture Mechanics, fourth edition, Nijhoff, 1985.
5. Lawn, B., Fracture of Brittle Solids, second edition, Cambridge University Press, 1993.

Material audiovisual. Campus digital

El material expuesto en clase por el profesor estará a disposición de los alumnos en el campus digital...