

MECANICA DE DEFORMACION Y FRACTURA DE MATERIALES

- 1.- **Revisión de conceptos fundamentales de la mecánica del sólido:** Conceptos geométricos para la mecánica del continuo tridimensional. Análisis de deformaciones y de movimiento. Estado de tensiones. Ecuaciones fundamentales de la mecánica del continuo.
- 2.- **Comportamiento lineal:** Ley de Hooke generalizada. Energía específica de deformación. Simetría elástica. Medios isotrópicos. Constantes de Lamé. Relaciones entre constantes elásticas. Energía de deformación. Propiedades elásticas de los sólidos cristalinos. Modelos viscoelásticos. Teoría tridimensional de la viscoelasticidad lineal.
- 3.- **Comportamiento no-lineal:** Comportamiento plástico idealizado. Criterios de fluencia. Superficies de fluencia y de carga. Representación gráfica. Criterios de Tresca-Saint Venant y de Von Mises. Endurecimiento isotrópico. Relaciones tensión-deformación en el campo plástico. Teorías de flujo plástico. Teoría de la deformación de Hencky. Significado físico de las ecuaciones de la teoría de Hencky. Viscoplasticidad.
- 4.- **Defectos cristalinos y elementos de la teoría de dislocaciones:** Conceptos de geometría cristalina. Celda unitaria. Tipos de apilamiento. Índices de Miller. Defectos cristalinos. Vacancias. Concentración de equilibrio. Migración. Átomos intersticiales. Resistencia teórica de un cristal perfecto. Dislocaciones. Propiedades topológicas. El vector de Burgers. Fuente de Frank-Read. Resistencia al movimiento de dislocaciones. Kinks y Jogs. Tensión de Peierls. Observación de dislocaciones. Campo de tensiones y energía elástica asociada con dislocaciones. Dislocaciones parciales. Interacción entre dislocaciones. Trepado. Apilamiento de dislocaciones. Consideraciones dinámicas.
- 5.- **Deslizamiento y maclado en sólidos cristalinos:** Deformación por deslizamiento. Deslizamiento por movimiento de dislocaciones. Tensión de corte crítica resuelta. Sistemas de deslizamiento. Deformación de cristales de los sistemas cúbico centrado en las caras, cúbico centrado en el cuerpo y hexagonal compacto. Deformación por maclado. Teoría cristalográfica del maclado. Nucleación y crecimiento de maclas. Tensiones de maclado. Mecanismos de endurecimiento. Deformación de policristales.
- 6.- **Comportamiento mecánico de polímeros y cerámicos:** Estructura de los polímeros. Consideraciones generales. Comportamiento viscoelástico de los polímeros y rol de la estructura. Mecanismos de deformación en polímeros cristalinos y amorfos. Fenómenos de endurecimiento. Materiales cerámicos. Cerámicos vs. metales y cerámicos vs. polímeros. Cristales cerámicos. Microestructura e imperfecciones. Polimorfismo. Vidrios. Microestructura y composición de los vidrios. Resistencia mecánica de los cerámicos. Cerámicos estructurales. Deformación plástica. Deformación a alta temperatura. Comportamiento viscoso.
- 7.- **Fractura y fatiga:** Conceptos fundamentales. Fractura de materiales amorfos. Criterio de Griffith. Concepto de tenacidad a la fractura. Campos de tensiones en presencia de fisuras. Mecánica de fractura lineal-elástica. Mecánica de fractura elasto-plástica. Inestabilidad dúctil. Micromecanismos de fractura. Relaciones entre microestructura y fractoténacidad. Nucleación de fisuras por fatiga. Aspectos macroscópicos y microscópicos del fenómeno de fatiga. Propagación de fisuras por fatiga. Influencia

Jo

de las variables metalúrgicas y ambientales. Corrosión-fatiga. Fatiga de bajo ciclo.

- 8.- **Deformación y fractura de sólidos cristalinos a alta temperatura:** Materiales sometidos a alta temperatura. Deformación dependiente del tiempo. La curva de creep. Ensayos de laboratorio. Cambios microestructurales durante el creep. Mecanismos de deformación. Mapas. Superplasticidad. Fractura a temperaturas elevadas. Aleaciones para servicio a alta temperatura. Creep bajo tensiones combinadas. Fenómenos de creep-fatiga.

Bibliografía

a.) **Sobre Mecánica del Continuo en general:**

- a.1. G.E.Mase, *Continuum Mechanics*. Schaum's Outline Series in Engineering, Mc Graw-Hill Book Company, N.Y. 1970.
a.2. C.C.Lin; L.A.Segel, *Mathematics Applied to Deterministic Problems in the Natural Sciences*. Macmillan Publishing Co. Inc., N.Y. 1974.
a.3. L.A.Segel, *Mathematics Applied to Continuum Mechanics*. Macmillan Publishing Co., N.Y. 1977.

b.) **Sobre teoría de la elasticidad y propiedades elásticas de sólidos cristalinos:**

- b.1. I.S.Sokolnikoff, *Mathematical Theory of Elasticity*. Mc Graw-Hill Book Company, N.Y. 19552.
b.2. S.P.Timoshenko; J.N.Goodier, *Theory of Elasticity*. Mc Graw-Hill Book Company, N.Y. 1970.
b.3. D.S.Dudgale; C.Ruiz, *Elasticity for Engineers*. Mc Graw-Hill Publishing Co., London, 1971.
b.4. J.F.Nye, *Physical Properties of Crystals*, Oxford University Press, London, 1957.

c.) **Sobre teoría de plasticidad:**

- c.1. R.Hill, *The Mathematical Theory of Plasticity*. Clarendon Press, Oxford, 1950.
c.2. L.M.Kachanov, *Fundamentals of the Theory of Plasticity*. MIR Publishers, Moscu, 1974.
c.3. Mendelson, *Plasticity: theory and applications*. The Macmillan Company, N.Y., 1977.
c.4. A.Nadai, *Theory of Flow and Fracture of Solids*. 2a.Ed., Mc Graw Hill Book Company, N.Y. 1950.

d.) **Sobre defectos cristalinos, teoría de dislocaciones y deformación de sólidos cristalinos:**

- d.1. R.E.Reed-Hill, *Physical Metallurgy Principles*. 2a.Ed., Van Nostrand Co., N.Y. 1961.
d.2. Ch.Dieter, *Mechanical Metallurgy*. 3a.Ed., Mc Graw Hill, N.Y. 1986.
d.3. L.H. Van Vlack, *Elements of Materials Science*. 2a.Ed. Addison-Wesley, Reading, Mass, 1964.
d.4. A.H.Cottrell, *Dislocations and Plastic Flow in Crystals*. Oxford University Press, N.Y. 1953.
d.5. J.P.Hirth; J.Lothe, *Theory of Dislocations*. 2a.Ed., Wiley-Interscience, N.Y. 1982.

JP

- d.6. R.W.Hertzberg, *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*. 3a. Ed., John Wiley & Sons, N.Y., 1989.
- d.7. A.Nadai, *Theory of Flow and Fracture of Solids*. 2a.Ed., Mc Graw Hill Book Company, N.Y. 1950.
- d.8. P.Haasen, *Physical Metallurgy*. 2a. Ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1986.

e.) **Sobre comportamiento mecánico de polímeros y cerámicos:**

- e.1. L.H.Van Vlack, *Elements of Materials Science*. 2a. Ed. Addison-Wesley, Reading, Mass, 1964.
- e.2. R.W.Hertzberg, *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*. 3a. Ed., John Wiley & Sons, N.Y., 1989.
- e.3. L.H. Van Vlack, *Physical Ceramics for Engineers*. Addison-Wesley, Reading, Mass, 1964.

f.) **Sobre fractura y fatiga:**

- f.1. J.F.Knott, *Fundamentals of Fracture Mechanics*. Butterworths, London, 1973.
- f.2. D.Broek, *Elementary Engineering Fracture Mechanics*. 3a.Ed., Martinus Nijhoff Publisher, Boston, 1982.
- f.3. S.T.Rolfe; J.N.Barsom, *Fracture and Fatigue Control in Structures*. 2a. Ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1987.
- f.4. M.F.Kanninen; K.H.Popelar, *Advanced Fracture Mechanics*. Oxford University Press, N.Y., 1985.
- f.5. L.A. de Vedia, *Mecánica de Fractura*. Monografía Tecnológica No. 1, Ediciones del Programa Regional Científico y Tecnológico de la OEA, Buenos Aires, 1986.
- f.6. R.W.Hertzberg, *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*. 3a. Ed., John Wiley & Sons, N.Y., 1989.

g.) **Sobre comportamiento mecánico de sólidos cristalinos a alta temperatura:**

- g.1. R.E.Reed-Hill, *Physical Metallurgy Principles*. 2a.Ed., Van Nostrand Co., N.Y. 1961.
- g.2. Ch.Dieter, *Mechanical Metallurgy*. 3a.Ed., Mc Graw Hill, N.Y. 1986.
- g.3. *Creep, Stress-Rupture and Stress Relaxation Testing*. Metal's Handbook. 9a.Ed., Vol. 8, pp. 299-360, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1985.
- g.4. R.W.Hertzberg, *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*. 3a. Ed., John Wiley & Sons, N.Y., 1989.

Objetivo del curso: El presente curso esta destinado a estudiantes avanzados y graduados de Ingeniería o de la Licenciatura en Ciencias Físicas a fin de proveerlos de un conocimiento introductorio a la teoría moderna del comportamiento mecánico de los materiales estructurales.

Duración del curso: 36 Hs.

Modalidad: Teórico-práctico, es decir las sesiones dedicadas a la resolución de problemas de aplicación, formaran parte integral del curso.

Docente: Ing. Luis A. de Vedia.