Guia docent
240EM146 - 240EM146 - Modelització de la Deformació Plàstica

Última modificació: 26/06/2025

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 702 - CEM - Departament de Ciència i Enginyeria de Materials.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN CIÈNCIA I ENGINYERIA DE MATERIALS AVANÇATS (Pla 2014). (Assignatura optativa).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 4.5 **Idiomes:** Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Ferhun Cem CANER

Altres: Ferhun Cem CANER

CAPACITATS PRÈVIES

Haver cursat les matèries bàsiques de Ciència i Enginyeria de Materials: Estructura i propietats dels materials.

REQUISITS

Estructura i propietats mecàniques dels materials

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CEMAT7. Dissenyar, calcular i modelar aspectes relacionats amb els materials per a components mecànics, estructures i equips.
CEMAT2. Dissenyar i desenvolupar productes, processos, sistemes i serveis, així com l'optimització d'altres ja desenvolupats, atenent a la selecció de materials per a aplicacions específiques.

METODOLOGIES DOCENTS

La matèria de l'assignatura, amb fort contingut d'aplicació pràctica, es desenvolupa en sessions presencials que combinen l'explicació teòrica per part del professor i la pràctica, amb ordinador individual (aportat per l'estudiant) i programes comercials de cáclulo FEM (subministrats gratuïtament per el proveïdor del programari o pel professor de l'assignatura), resolent exercicis en els quals s'apliquen els diferents models de comportament mecànic dels materials d'Enginyeria estudiats.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

-Comprendre els diferents models de comportament plàstic i elastoplàstic de materials d'Enginyeria.
-Aprendre estratègies de simulació numèrica de processos de conformat per deformació plàstica.
-Aprendre avantatges i desavantatges de diferents formulacions de plasticitat en la simulació del comportament plàstic dels metalls.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	13,5	12.00
Hores aprenentatge autònom	72,0	64.00
Hores grup gran	27,0	24.00

Dedicació total: 112.5 h

CONTINGUTS

1. INTRODUCCIÓ A LA TEORIA DE ELASTOPLÁSTICIDAD

Descripció:
Mecànica de Materials.
Mètodes de resolució de problemes de deformació plàstica.

Objectius específics:
Introduir-se en la modelització físic / matemàtica de la plasticitat i la seva implementació en programes comercials de simulació numèrica.

Activitats vinculades:
A.1. Exercici de simulació numèrica d'un cas senzill de deformació elàstica i elastoplàstica en 1D.

Competències relacionades:
CEMAT7. Dissenyar, calcular i modelar aspectes relacionats amb els materials per a components mecànics, estructures i equips.

Dedicació: 20h
Grup mitjà/Pràctiques: 7h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

2. ELEMENTS DE LA TEORIA DE LA PLASTICITAT

Descripció:
2.1. Criteris de cedència.
2.2. Relacions esforç-deformació plàstica i elastoplàstica.
2.3. Solució de problemes no-lineals

Objectius específics:
Comprendre el concepte de cedència plàstica i les seves condicions, així com les relacions esforç-deformació que representen el comportament a deformació plàstica de materials metàl·lics.

Activitats vinculades:
A.2. Anàlisi d'un procés de forja / extrusió isoterma mitjançant simulació numèrica.

Competències relacionades:
CEMAT7. Dissenyar, calcular i modelar aspectes relacionats amb els materials per a components mecànics, estructures i equips.

Dedicació: 17h
Grup mitjà/Pràctiques: 4h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

3. ANISOTROPIA I DEFORMACIÓ PLÀSTICA EN PRODUCTES PLANS METAL·LICS TREBALLATS EN FRET.

Descripció:
3.1. Anisotropia i textura. Coeficients d'anisotropia.
3.2. Embotició profunda. Efecte del material.
3.3. Teoria de la plasticitat anisotròpica: criteri de Hill.

Objectius específics:
Comprendre l'efecte de l'anisotropia de l'estructura del material en el seu comportament mecànic.

Activitats vinculades:
A.3. Exercici de simulació numèrica de l'embotició profunda d'una xapa metàl·lic, suposant: a) isotropia de comportament, i b) anisotropia.

Competències relacionades:
CEMAT2. Dissenyar i desenvolupar productes, processos, sistemes i serveis, així com l'optimització d'altres ja desenvolupats, atenent a la selecció de materials per a aplicacions específiques.
CEMAT7. Dissenyar, calcular i modelar aspectes relacionats amb els materials per a components mecànics, estructures i equips.

Dedicació: 16h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 10h

4. MODELITZACIÓ DE LA DEFORMACIÓ PLÀSTICA UTILITZANT MÚLTIPLES SUPERFÍCIES DE FLUX

Descripció:
4.1. Descripció conceptual i microestructurla dels mecanismes d'enduriment en funció de famílies de plans compactes.
4.2. Caracterització físic / matemàtica dels mecanismes d'enduriment tenint en compte les famílies de plans compactes.
4.3. Aplicacions pràctiques a la modelització de processos de conformat i altres processos de deformació plàstica.

Objectius específics:
Entendre els mecanismes de deformació i canvis microestructurals dels materials metàl·lics sotmesos a deformació plàstica tenint en compte les famílies de plans compactes. Models de comportament mecànic i la seva implementació en programes de càlcul FEM per a aquest fi.

Activitats vinculades:
A.4. Simulació de l'efecte de Bauschinger.
A.5. Simulació de l'efecte de Vertex.

Competències relacionades:
CEMAT2. Dissenyar i desenvolupar productes, processos, sistemes i serveis, així com l'optimització d'altres ja desenvolupats, atenent a la selecció de materials per a aplicacions específiques.
CEMAT7. Dissenyar, calcular i modelar aspectes relacionats amb els materials per a components mecànics, estructures i equips.

Dedicació: 18h
Grup mitjà/Pràctiques: 4h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 10h

5. FRACTURA DÚCTIL A METALLS

Descripció:
5.1. Fractura dúctil de metalls seguida per enduriment per treball en fred.
5.2. Modelació de fractura dúctil en metalls emprant Abaqus.
5.3. Exemples de simulació numèrica del procés d'esquerdament en metalls dúctils.

Objectius específics:
Conèixer el comportament a deformació de materials que causa esgotament per esquerdament en metalls dúctils, els models físic / matemàtics que el representen i la seva implementació en programes de càlcul numèric.

Activitats vinculades:
A.6. Simulació d'estricció seguida per fractura en Mode I.

Competències relacionades:
CEMAT2. Dissenyar i desenvolupar productes, processos, sistemes i serveis, així com l'optimització d'altres ja desenvolupats, atenent a la selecció de materials per a aplicacions específiques.
CEMAT7. Dissenyar, calcular i modelar aspectes relacionats amb els materials per a components mecànics, estructures i equips.

Dedicació: 15h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

6. COMPORTAMENT MECÀNIC, MODELITZACIÓ I SIMULACIÓ DE MATERIALS ELASTOMÈRICS.

Descripció:
6.1. Descripció i classificació dels elastòmers bàsics.
6.2. Comportament mecànic dels materials elastomèrics.
6.3. Modelització i simulació numèrica de materials elastomèrics.

Objectius específics:
Comprendre el comportament mecànic, estàtic i dinàmic, de materials elastomèrics, els models que poden representar aquest comportament i les estratègies de simulació a adoptar.

Activitats vinculades:
A.7. Simulació del comportament mecànic d'una mostra elastomèrica.

Competències relacionades:
CEMAT2. Dissenyar i desenvolupar productes, processos, sistemes i serveis, així com l'optimització d'altres ja desenvolupats, atenent a la selecció de materials per a aplicacions específiques.
CEMAT7. Dissenyar, calcular i modelar aspectes relacionats amb els materials per a components mecànics, estructures i equips.

Dedicació: 16h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 10h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació de l'assignatura està constituïda per les següents contribucions:
- 15%: La nota assistència i aprofitament de les classes.
- 35%: La nota mitjana dels informes de les activitats presentades (d'A.1 a A.7).
- 50%: La nota de l'informe del treball final (A.8).5

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Treball original desenvolupat individualment o en grup segons l'enunciat.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Hill, R. The Mathematical theory of plasticity. Oxford: Clarendon, 1998. ISBN 9780198503675.
- Dieter, George Ellwood. Mechanical metallurgy. SI Metri. Lonoson: McGraw Hill Higher Education, 1988. ISBN 007084187X.
- Hosford, W. F.; Caddell, R. M. Metal forming : mechanics and metallurgy. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. ISBN 9781107004528.
- Jonas, J. J.; Sellars, C. M.; Tegart, W. J. McG. "Strength and structure under hot-working conditions". International materials reviews. Volume 14, Issue 1 (01 January 1969), pp. 1-24.
- Bergström, J.S. ; Boyce, M.C.. "Constitutive modeling of the large strain time-dependent behavior of elastomers". Journal of the Mechanics and Physics of Solids [en línia]. Volume 46, Issue 5, May 1998, Pages 931¿954 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022509697000756.- Riera, M.D. ; Prado, J.M.. "Modelización y simulación de la etapa de compactación en pulvimetalurgia". Revista de Metalurgia [en línia]. 2006, vol. 42, núm. 6, p. 456-462 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/43/43.- Riera, M.D. ; Coussirat, M. ; Guarmo, A. ; Valls, I.; Casellas, D. "Simulation of hot stamping processes". Proceedings of the 1st International Conference on Hot Sheet Metal Forming of High-Performance Steel : CHS2 : Kassel, Germany, october 22-24, 2008 [en línia]. Bad Harzburg: GRIPS Media, 2009. pp. 119-131 [Consulta: 24/03/2015]. Disponible a: http://upcommons.upc.edu/handle/2117/13974.

Complementària:

- Kobayashi, S.; Oh, S. ; Altan, T. Metal forming and the finite-element method. New York: Oxford University Press, 1989. ISBN 9780195044027.
- Osakada, K.. "History of plasticity and metal forming analysis". Journal of materials processing technology [en línia]. Volume 210, Issue 11, 1 Aug. 2010, Pag 1436-1454 [Consulta: 21/05/2020]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013610001111.- Karbasian, H. ; Tekkaya, A. E.. "A review on hot stamping". Journal of materials processing technology [en línia]. Volume 210, Issue 15, 19 November 2010, Pages 2103-2118 [Consulta: 21/05/2020]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092401361000213X.- Estrin, Y. ; Mecking, H. "A unified phenomenological description of work hardening and creep based on one-parameter models". Acta metallurgica. Volume 32, Issue 1, January 1984, Pages 57¿70.
- Baudelet, Bernard. Mise en forme de métaux et alliages. París: CNRS, 1976. ISBN 9782222019176.
- Istúriz, A. ; Riera, M.D. ; Prado, J.M.. "Estudio experimental del llenado de moldes pulvimetalúrgicos". Revista de Metalurgia [en línia]. Vol 41, No Extra (2005) pp. 181-186 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/1021/1034.- Riera, M.D. ; Prado, J.M.. "The elastic behaviour of non-sintered metal powder compacts". Proceedings of the IMechE, Part E: J. of Process Mechanical Engineering [en línia]. 2010, vol. 224, núm. Special Issue, p. 195-201 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: http://search.proquest.com/publication/30473.- Cante, J.C. ; Riera, M.D. ; Oliver, J. ; Prado, J.M. ; Istúriz, A. ; González, C.. "Flow regime analyses during the filling stage in powder metallurgy processes: experimental study and numerical modelling". Granular Matter [en línia]. February 2011, Volume 13, Issue 1, pp 79-92 [Consulta: 27/03/2015]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2117/11432.- Gutiérrez, D.; Hernández, R.; Lara, A.; Casellas, D.; Riera, M.D.; Prado, J.M.. "Sheet failure prediction during forming of advanced high strength steels". Forming Technology Forum (5è : 2012 : Zurich). Proceedings of 5th Forming Technology Forum 2012. Advanced Failure Prediction Methods in sheet metal forming [en línia]. Zurich: Institute of Virtual Manufacturing, 2012. p. 93-98 [Consulta: 25/03/2015]. Disponible a: http://upcommons.upc.edu/handle/2117/19598.- Riera, M.D.; Prado, J.M.; Doremus, P. "Model Input Data ¿ Elastic Properties". Brewin, Peter R. Modelling of Powder Die Compaction [en línia]. London: Springer-Verlag, 2008. pp 65-76 [Consulta: 24/03/2015]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84628-099-3.

RECURSOS

Material informàtic:

- programa de càlcul FEM ABAQUS-student edition. Programa comercial de càlcul mitjançant el mètode dels elements finits, ABAQUS-student edition