

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2022

Documentation : Permise
Calculatrice : Seuls les modèles autorisés
Durée : 3 heures

14-MT-A5: Comportement mécanique et rupture des matériaux

Question 1 (20 pts.):

De façon générique on distingue généralement deux types de dislocations, les dislocations coin et les dislocations vis. Lorsqu'un métal polycristallin est déformé plastiquement, ces dislocations sont mises en mouvement et glissent selon un système de plans et de directions cristallins caractéristiques de leur architecture atomique. De plus, ces deux types de dislocations peuvent effectuer des changements de plans (ou déplacements non-planaires) en cours de déformation :

- a) Décrivez clairement les mécanismes qui sont impliqués lors d'un changement de plan (Ou déplacement non-planaire) pour *i*) une dislocation vis; *ii*) une dislocation coin. (Vous pouvez étayer vos explications à l'aide de schémas) (10 pts).
- b) Pour chaque type de dislocations, expliquez qu'elle sera l'influence de la température sur la cinétique de changement de plan (ou de déplacement non-planaire) (10 pts);

Question 2 (20 pts.):

Les ingénieurs qui s'intéressent à la modélisation des procédés thermomécaniques de mise en forme des alliages métalliques polycristallins (Ex : forgeage, laminage, tréfilage, extrusion, etc.) préfèrent de loin caractériser la rhéologie des alliages à l'aide d'essais normés en compression plutôt que d'utiliser des essais normés en traction. Donner une explication claire qui justifie cette façon de faire.

Question 3 (20 pts.):

Les deux principaux mécanismes de déformation plastique observés dans les métaux polycristallins sont le glissement et le maclage. D'ailleurs, on considère souvent ces mécanismes comme étant en compétition l'un avec l'autre. Dans ce contexte de compétition, quelle sera l'influence des paramètres suivants quant à la promotion d'un mécanisme de déformation plutôt qu'un autre (glissement vs. maclage)? Expliquez clairement les raisons qui servent à justifier vos choix.

- a) Taux de déformation? (10 pts);
- b) Température de déformation? (10 pts).

Question 4 (20 pts.):

L'initiation de fissures en fatigue peut être induite à la surface d'une pièce métallique par le glissement de dislocations sur des plans cristallographiques orientés favorablement (extrusion/intrusion).

- a) Identifiez deux autres mécanismes qui peuvent mener à l'initiation de fissures en fatigue (10 points). Expliquez clairement.
- b) Identifiez deux stratégies qui peuvent être utilisées afin de retarder (nuire) l'initiation de fissures de fatigue dans des métaux polycristallins. Expliquez clairement. (10 points).

Question 5 (10 points):

Lors d'un essai de traction normé sur une éprouvette d'un métal polycristallin il est typique d'observer un faciès de rupture de géométrie cône/cuvette. Expliquez les mécanismes qui mènent à l'obtention d'une telle géométrie de faciès de rupture.

Question 6 (10 points):

Considérant que les crevettes vivent généralement dans l'océan à une profondeur de 100 m, elles sont soumises à une pression d'eau de l'ordre de 1 MPa et ce, sans que cela ne les importune d'aucune façon. Toutefois, lorsque ces mêmes crevettes sont écrasées entre notre pouce et notre index, leur carapace se brise sous une contrainte d'environ 0.5MPa. Expliquez clairement les raisons pour lesquelles ce phénomène se produit et comment on peut en tirer profit lors de la déformation plastique de métaux polycristallins.