

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2016

Toute documentation permise
Calculatrices : Uniquement les modèles autorisés
Durée : 3 heures

14-CH-B3 Matériaux de pointe

Question 1 (20 pts.):

Dans un contexte de fabrication additive (impression 3D) de métaux, a) comparez la méthode de Frittage Laser Direct (Direct Metal Laser Sintering (DMLS)) à celle par Jet de Liant (Binder Jetting) en identifiant 3 avantages et désavantages pour chacun de ces procédés (10 pts); b) faite une comparaison de la microstructure anticipée de pièces fabriquées avec chacun de ces procédés dans la condition « telles que fabriquées » (5 pts); c) Pour chacun de ces procédés, identifiez des opérations secondaires de mise en œuvre qui pourraient être utilisées afin d'améliorer la microstructure finale, et par le fait même les propriétés mécaniques, des pièces décrites en b) (5 pts).

Question 1 (20 pts.):

« Un projet de recherche présentement en cours à l'université UCLA porte sur le développement de céramiques ductiles à la température ambiante. Ces travaux suggèrent que de tels matériaux pourraient être obtenus en utilisant des carbures et/ou des nitrures de métaux de transition du tableau périodique des éléments. L'équipe de recherche a effectué des essais de compression à l'intérieur d'un microscope électronique en transmission sur un monocristal de carbure de zirconium et de tantale. Ils ont ainsi pu observer que les cristaux se déformaient, c'est-à-dire qu'ils changeaient de forme sans se fissurer à l'ambiante. La résistance mesurée en compression de ce matériau à la température de la pièce est de l'ordre de 20 GPa ». Identifiez 4 applications du génie qui pourraient bénéficier d'un tel type de matériaux (justifiez clairement vos réponses).

Question 3 (20 pts.):

Un matériau composite fabriqué d'une matrice d'époxy MA-24 ($E=3.45$ GPa) et de 60%-vol. de fibres de carbone continues et unidirectionnelles HMS-4 ($E=345$ GPa) présente un module d'Young de 208 GPa. Sachant que le module d'Young de nanotubes de carbone simple couche est 1 TPa, a) Calculez le module d'Young théorique d'un matériau composite dans lequel les fibres de carbone identifiées ci-dessus seraient substituées par une même fraction volumique de nanotubes de carbone simple couche (5 pts); Est-ce que vous anticiperiez des problèmes de mise en forme reliés à l'utilisation du matériau discuté en a)? (Donnez une explication claire et détaillée) (15 pts).

Question 4 (20 pts.):

Fournissez une explication claire et précise quant à l'influence de chacun des paramètres suivants sur la température de transition vitreuse de polymères industriels :

- a) %-pds de plastifiant;
- b) Isomérisation des molécules;
- c) Présence de groupements latéraux;
- d) Polarité de segments polymères;
- e) Cristallinité.

Question 5 (20 pts.):

Les performances des matériaux utilisés dans des applications biomédicales sont contrôlées par deux types de caractéristiques fondamentales, soient : la biocompatibilité et la biofonctionnalité. À partir de cet énoncé, identifiez une famille de matériaux (Ex : céramiques, polymères, métaux et alliages) ou une combinaison de celles-ci qui seraient la mieux adaptée pour les applications biomédicales suivantes (fournissez une réponse claire et précise pour chacune):

- a) Implants dentaires;
- b) Valves cardiaques;
- c) Stents coronariens;
- d) Prothèses de hanche;
- e) Implants mammaires;