

EXAMEN SUR LES COMPOSITES

Documents : Non autorisés, 3 tableaux exceptés

Calculatrice. : Oui

COURS

1°) Donner une définition pour un matériau composite. Citer les différentes classes en précisant leurs principales propriétés spécifiques.

2°) Expliquer les différents mécanismes de renforcements intervenant dans des matériaux composites en précisant pour chaque mécanisme les conditions pour un renforcement optimal.

3°) Expliquer les deux mécanismes de renforcement induits par la présence de particules de zirconium dispersées dans une matrice céramique. Expliquer l'origine de la taille critique de transformation.

4°) Choisir un matériau composite pour les applications suivantes et décrire le procédé de fabrication qui vous paraît le mieux adapté :

- a) coque d'un voilier
- b) freins de boeing
- c) outil de coupe
- d) pièce pour turbine à gaz haute température
- e) prothèse de hanche (partie cotyle)

5°) Pour les composites suivants, expliquer comment vous les fabriqueriez, quels sont les mécanismes de renforcement attendus et quelles applications pourraient être visées.

- a) alliage d'aluminium / particules de carbure de silicium
- b) Y-TZP / particules de borure de titane
- c) polypropylène / fibres courtes de carbone
- d) nitrure de silicium / plaquettes de carbure de silicium
- e) carbone / fibres de carbone
- f) mullite / particules de zirconium

6°) Pour les composites suivants, expliquer comment vous les fabriqueriez, quels sont les mécanismes de renforcement attendus et quelles applications pourraient être visées (au moins deux exemples de pièces). Argumentez vos réponses.

a) alliage de titane / trichites de carbure de silicium ; b) Y-TZP / particules de carbure de tungstène ; c) polystyrène / fibres courtes de carbone ; d) nitrure de silicium / plaquettes d'alumine ; e) carbone / fibres de carbone ; f) alumine / particules de zirconium

7°) Qu'entend-t'on par nanocomposites ? Quelles sont les performances de ces matériaux ainsi que les mécanismes responsables de l'amélioration de ces propriétés ?

8°) Citer les différents types de matériaux composites (matrices et renforts) en précisant leurs principales propriétés respectives. 2°) Quels sont les problèmes rencontrés lors de l'élaboration de composites à matrice métallique ? Quelles sont les solutions apportées ?

9°) Comment fabrique-t-on des trichites en carbure de silicium ? Comment les incorpore-t-on dans une matrice ? Quel est leur rôle ?

10°) Décrire la fabrication, les principales propriétés et applications pour les matériaux composites suivants : a) alumine/ zirconium (p) et SiC (w); b) composites carbone/carbone ; c) cermet WC / Co ; d) nitrure de silicium / SiC (pl) ; e) époxyde/fibres de carbone.

Pour chacun des systèmes, précisez les mécanismes de renforcement opérants en indiquant ceux qui vous paraissent prépondérants. Justifiez votre réponse.

11°) Imaginer un procédé pour la fabrication de composites cordiérite-zirconium en utilisant des matières premières peu coûteuses (ZrO₂ est cher). Quels sont les paramètres qu'il faudra contrôler lors de la fabrication ? Quelles seraient les propriétés attendues ?

12°) Définir les composites « ODS ». Donner un exemple et expliquer comment on les fabrique et quelles améliorations des propriétés sont obtenues.

13°) Dessiner et commenter la courbe de traction d'une matrice fragile renforcée par des fibres longues. Comparer les techniques d'élaboration des composites à fibres longues pour des matrices polymérique, métallique et céramique.

14°) Expliquer pourquoi dans le cas des composites renforcés unidirectionnellement par des fibres longues une teneur supérieure à 50 % en volume des fibres est nécessaire pour avoir un renforcement significatif. Vous pouvez utiliser le cas des composites matrice en résine époxyde renforcée avec des fibres de carbone pour illustrer votre démonstration.

15°) Décrire la fabrication d'un cermet WC / Co ainsi que son application

16°) Propriétés des nanotubes de carbone et méthodes de synthèse avec applications

17°) Définir biocomposites (NFPC). Quelles sont les problématiques liées à leur fabrication ?

EXERCICES

Même type d'exercice que ceux vus en cours.

DEFINITIONS

Définir et donner un exemple :

- a) procédé Lanxide
- b) composites ODS
- c) ensimage
- d) squeeze casting
- e) nanotubes
- a) procédé SPS
- b) frittage réactif
- c) ensimage
- d) squeeze casting

Matériau	Masse volumique g/cm ³	Module de Young GPa	Coefficient de dilatation
verre	2.4	70	2.7 10 ⁻⁶ /°C
E verre	2.55	73	
Carbone HS	1.75	250	
Carbone HM	1.95	390	
Al ₂ O ₃	3.98	360	8.1 10 ⁻⁶ /°C
B ₄ C	2.52	460	6.5 10 ⁻⁶ /°C
TiC		400	7.4 10 ⁻⁶ /°C
SiC	3.2	440	4.3 10 ⁻⁶ /°C
WC	17.0		
Al ₂ O ₃ trichites	3.9	550	
SiC trichites	3.15	620	
Polyéthylène	0.97	0.35-1.25	120 10 ⁻⁶ /°C
Polypropylène	0.91	1.2 – 1.7	100 – 300 10 ⁻⁶ /°C
Epoxydes	1.38	2	55 – 90 10 ⁻⁶ /°C
Polybutadiène	1.5	0.1	600 10 ⁻⁶ /°C
Kevlar	1.44	130	
Aluminium	2.7	70	22.5 10 ⁻⁶ /°C
Titane	4.5	120	9 10 ⁻⁶ /°C
Nickel	8.9	214	13 10 ⁻⁶ /°C
Cuivre	8.9	110	17 10 ⁻⁶ /°C