

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

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

Question 1 (20 pts.):

La figure suivante montre la variation du comportement en déformation plastique d'un alliage Al-Cu-Li-Zr-Sc en fonction du taux de déformation. La température de tous les essais a été maintenue constante à 470°C. Donnez une explication claire expliquant l'origine du changement de l'allure de ces courbes en fonction du taux de déformation.

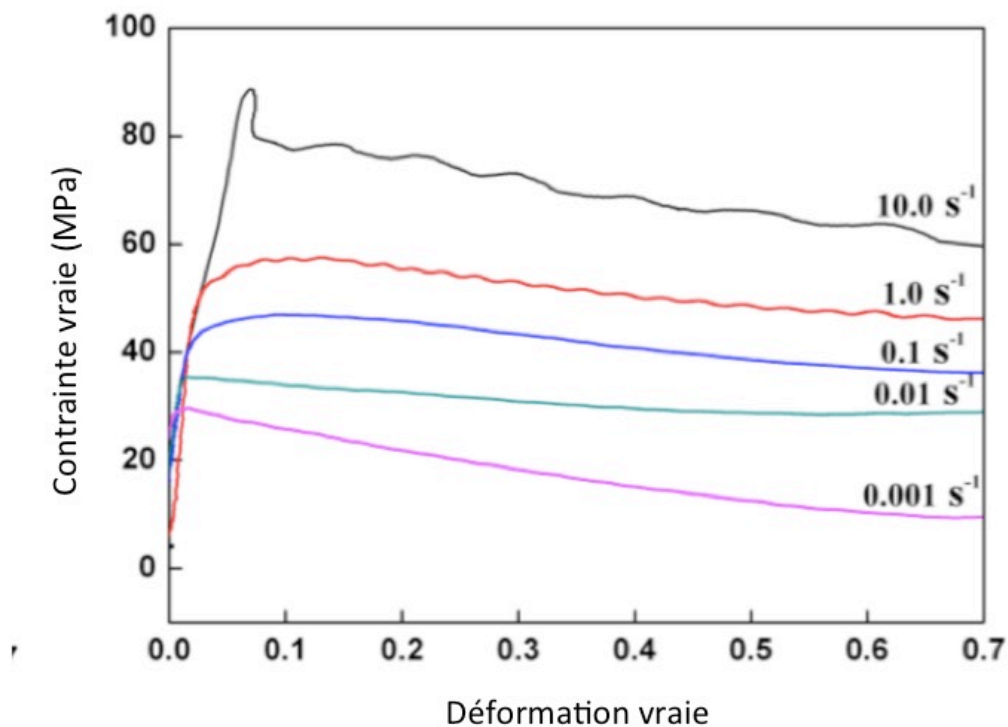


Figure 1: Résultats d'essais de traction effectués à 470°C en utilisant plusieurs taux de déformation (d'après Q. Pan, Mat. Sci. Eng. A)

Question 2 (20 pts.):

On trouve facilement dans la littérature que les gammes typiques de valeurs pour le module d'élasticité en traction de fibres de carbone sont de 200 à 700 GPa et celles associées à la résistance en traction varient de 1,5 à 3,5 GPa. Or, les caractéristiques typiques en traction d'un acier AISI 4340 (allié au Cr et Mo) sont de 220 GPa pour le module d'Young et 1,5 GPa pour la résistance en traction. Puisque ces valeurs sont du même ordre de grandeur et sachant que le coût de l'acier AISI 4340 est d'environ 2\$ U.S./kg et que celui des fibres de carbone est d'environ 40\$U.S./kg, pourquoi ne pas utiliser des fibres d'acier AISI 4340 pour le développement de matériaux composites ?

Question 3 (20 pts.):

La très grande majorité des procédés de mise en forme des métaux utilise une composante de force en compression significative (Ex : forgeage, laminage, extrusion, emboutissage, etc...). Donnez une explication claire quant à l'incidence de cette composante de force en compression sur le potentiel de mise en forme des métaux industriels.

Question 4 (20 pts.):

Un ami d'enfance vous contacte afin d'obtenir votre point de vue quant à sa nouvelle idée. En effet, ce dernier a remarqué qu'il était très difficile de trouver dans le commerce des feuillets/tôles de magnésium. Or, puisque la masse volumique du magnésium est inférieure à celle de l'aluminium et que sa résistance en traction est du même ordre de grandeur, il se propose de démarrer une usine de laminage de lingots de magnésium pour en produire des tôles et des feuillets en utilisant des paramètres de fabrication similaires à ceux utilisés dans l'industrie du laminage d'aluminium. Faites une analyse critique de cette proposition en vous basant sur ce que vous connaissez de la déformation plastique des métaux. Est-ce que la proposition de votre ami a du mérite? Justifiez clairement vos conclusions.

Question 5 (10 points):

La rupture en fatigue des métaux polycristallins évolue selon un certain nombre de stades clairement établis. Identifiez ces stades et les mécanismes qui y prévalent. Donnez des explications claires à partir du premier chargement du matériau jusqu'à sa rupture. Négligez les phénomènes de fatigue-corrosion et les facteurs externes tels que le taux d'humidité et la température. Supposez que la fatigue se produit à 22°C.

Question 6 (10 points):

Lorsque l'on traite de matériaux composite à matrice organique avec renforts unidirectionnels et discontinus, on parle également de longueur critique de renforts. À quoi fait référence cette longueur critique de renfort et comment affecte-t-elle le comportement en traction lorsque l'axe d'application de la charge est parallèle à celui des renforts discontinus?