Tenue à la fatigue des pièces moulée en aluminium à la loupe

15 janvier 2016, 01:00

Kurt Beghyn

Des formules simples permettent de calculer la tenue à la fatigue des alliages d'aluminium en partant de leurs propriétés mécaniques statiques. Elles tiennent aussi compte de l'influence des porosités sur la fatigue.

Dans une contribution antérieure (Techniline 24.01.2014 - Prédiction de la longévité des pièces moulées en aluminium, nous décrivions une méthode brevetée permettant de prédire la tenue à la fatigue des pièces moulées en aluminium. Malheureusement, les valeurs nécessaires des paramètres des formules n'ont pas été communiquées, de sorte qu'il n'est pas possible d'effectuer des calculs gratuitement. Mais plusieurs équations publiées récemment permettent de chiffrer la tenue à la fatigue des pièces en fonte nodulaire (Techniline 18.09.2015 – Calcul de la tenue à la fatigue de la fonte nodulaire). Un des auteurs [1] a déjà publié plus tôt sur la même méthode, un document reprenant des valeurs numériques adaptées. Il est ainsi possible de déterminer la tenue à la fatigue des alliages d'aluminium en partant des propriétés mécaniques statiques conventionnelles.

La figure ci-dessous donne une représentation schématique de la courbe dite de Wöhler pour les pièces moulées en aluminium. Les auteurs évitent d'utiliser le terme de limite de fatigue car elle n'existe pas pour l'aluminium, on utilise la notion de tenue à la fatigue ?A au point de rupture A.



Le modèle de Stroppe et Sonsino n'est pas empirique mais dérivé d'une analyse d'énergie générant des fissures de fatigue. Cela conduit aux équations ci-dessous :





Où R_m est la résistance de traction, E le module d'élasticité et R le rapport de tension (tension min. / tension max. pendant la charge cyclique). M est la sensibilité de tension moyenne de l'alliage :



Le modèle ci-dessus a été testé notamment pour les alliages AlSi7Mg0.6 avec un traitement thermique T6 et AlSi11MgSr, pour lesquels les mesures expérimentales [2] ont été résumées ci-dessous.





(sur les figures P_S est la probabilité de survie)

Le tableau ci-dessous compare les résultats, calculés à l'aide des formules présentées, avec les valeurs expérimentales pour les deux alliages d'aluminium.

	AlSi7Mg0.6 T6 (EN AC 42000 T6)		AlSi11MgSr (EN AC 44000)	
	Expérimentation	Calcul	Expérimentation	Calcul
E [GPa]	74		77	
R_m [MPa]	288		131	
M	0,48	0,48	0,35	0,355
N_A[1] voor R = -1		$2,6 \times 10^6$		$7,5 \times 10^7$
?$_a$ [MPa] voor R = -1		75		46,1
N_A[1] voor R = 0		$2,6 \times 10^6$		$7,5 \times 10^7$

$?_a$[MPa] voor R = 0		50		34

La correspondance est bonne pour les deux alliages, en tenant compte du fait que le point de rupture est difficile à distinguer dans les courbes expérimentales. Pour les valeurs des matériaux ci-dessus, on est parti d'un matériau exempt de pores. La présence de pores gazeux conduit à un glissement des courbes Wöhler vers une amplitude de tension plus basse. La figure ci-dessous montre comment la présence de 8 pour-cent de porosité abaisse l'amplitude de tension d'env. 17 pour-cent [3].



Sources

[1] H. Stroppe, C.M. Sonsino, "Fatigue life calculation for cast aluminium alloys based on static tensile tests values and secondary dendrite arm spacing" Int. Foundry Research, vol. 63, 2011, no. 1, 20-26.

[2] C.M. Sonsino, K. Dieterich "Einfluß der Porosität auf das Schwingfestikeitsverhalten von Aluminium-Gußwerkstoffen" Giessereiforschung 1991 no. 3 p. 119-130, no. 4 p. 131-140.

[3] H. Stroppe, C.M. Sonsino, R. Bähr, "Einfluß von Poren und Kerben auf die Ermüdungsfestikeit von Aluminiumgussteilen" Giesserei 2011 no. 8 p. 20-25.

Auteurs



Kurt Beghyn