Vermoeiingssterkte van aluminium gietwerk onder de loep

15 januari 2016, 01:00

Kurt Beghyn

Eenvoudige formules laten toe de vermoeiingseigenschappen van aluminiumlegeringen te berekenen op basis van de statische mechanische eigenschappen. Ook de invloed van porositeiten op de vermoeiing wordt geconcretiseerd.

In een vorige bijdrage (Techniline 24.01.2014 - Levensduur van aluminium gietwerk voorspellen) beschreven we een gepatenteerde methode waarmee de vermoeiingssterkte van aluminium gietwerk kan voorspeld worden. Helaas werd de waarde van de noodzakelijke parameters uit de formules niet bekend gemaakt, waardoor gratis berekeningen niet mogelijk zijn. Recent werden wel een aantal vergelijkingen gepubliceerd die toelaten om de vermoeiingsgrens voor nodulaire gietstukken concreet te becijferen (Techniline 18.09.2015 - Berekening van vermoeiingssterkte nodulair gietijzer). Een van de auteurs [1] heeft eerder over dezelfde methode gepubliceerd, met aangepaste numerieke waarden, zodat ook voor aluminiumlegeringen de vermoeiingssterkte kan bekomen worden op basis van de conventionele statische mechanische eigenschappen.

Voor aluminiumgietstukken toont onderstaande figuur schematisch de zogenaamde Wöhler-curve. De auteurs vermijden de term vermoeiingsgrens, omdat deze voor aluminiumlegeringen niet bestaat; men hanteert het begrip vermoeiingssterkte ?A bij het knikpunt A.



Het model van Stroppe en Sonsino is niet empirisch, maar afgeleid uit een energieanalyse voor de generatie van vermoeiingsscheuren. Het leidt tot onderstaande vergelijkingen:





met R_m de treksterkte, E de elasticiteitsmodulus en R de spanningsverhouding (min. spanning / max. spanning tijdens cyclische belasting). M is de gemiddelde spanningssensitiviteit van de legering:



Bovenstaand model werd onder meer getest voor de legeringen AlSi7Mg0.6 met T6-warmtebehandeling en AlSi11MgSr, waarvoor de experimentele metingen [2] hieronder zijn samengevat.





(In de figuren is P_S de kans op overleven)

In de onderstaande tabel worden resultaten, berekend met voorgestelde formules, vergeleken met experimentele waarden voor beide aluminiumlegeringen.

	AlSi7Mg0.6 T6 (EN AC 42000 T6)		AlSi11MgSr (EN AC 44000)	
	Experiment	Berekening	Experiment	Berekening
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

Voor beide legeringen is de overeenstemming goed, rekening houdend met het feit dat het knikpunt slechts moeilijk te onderscheiden is in de experimentele curven. In de bovenstaande materiaalwaarden werd uitgegaan van een porievrij materiaal. De aanwezigheid van gasporiën leidt tot een verschuiving van de Wöhler-curven naar lagere nominale spanningsamplitude. Onderstaande figuur toont hoe de aanwezigheid van 8 procent porositeiten de spanningsamplitude met circa 17 procent verlaagt [3].



Bronnen

[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