Analyse van gietfouten in gietstukken met computertomografie

05 december 2014, 01:00

Kurt Beghyn

De computertomografie is de meest recente techniek om interne defecten te tonen. Omdat de defecten nauwkeuring kunnen gekwantificeerd worden, kan hun invloed op de lokale mechanische eigenschappen vastgelegd worden. Recente toestellen zijn snel genoeg, waardoor real-time productiecontrole mogelijk wordt.

In de eerste bijdrage van deze tweedelige reeks over foutdetectie en -analyse werd nader ingegaan op twee technieken die ter beschikking staan om geproduceerde voorwerpen te controleren op mogelijke interne fouten: micrografie en radiografie. In deze tweede bijdrage wordt computertomografie (CT) besproken, wat een relatief recente methode is. Geheel analoog met medische CT-scans wordt een driedimensionaal beeld van de interne fouten opgebouwd. Het principe wordt door onderstaande foto geïllustreerd. In deze labo-opstelling wordt het te onderzoeken object, hier een gietstuk, vanuit verschillende hoeken geradiografeerd. Hierbij draait de stralingsbron en detector omheen het object. Uit de verschillende tweedimensionale beelden zal de computer een 3D-beeld samenstellen.



(Bron: Ambos et al., 2012)

In onderstaande tabel worden de voornaamste karakteristieken van de drie aangehaalde methoden vergeleken. Omdat de tabel uit 2008 stamt, dienen de geciteerde bedragen eerder als een relatief vergelijkingspunt te worden geïnterpreteerd. Zoals verder zal blijken, is ook de benodigde tijd om tot resultaten te komen verkort, waardoor real-time productiecontrole mogelijk wordt.



(Klik om te vergroten)
(Bron: Hairy et al., 2008)

Een belangrijk thema bij het niet-destructieve onderzoek van bijvoorbeeld gietstukken, is de vraag of de interne fouten (in casu porositeiten) kunnen gerelateerd worden met de te verwachten mechanische eigenschappen in de betrokken zone. Oostenrijkse onderzoekers hebben op dit vlak mooie resultaten geboekt. Oberdorfer en collega’s hebben in proefstaven bewust caviteiten

gecreëerd en deze met computertomografie weten te kwantificeren. De onderstaande figuur toont op treffende wijze aan dat de resolutie van CT veel beter is in vergelijking met radiografische beelden (factor 10). Op deze manier slagen zij erin om de mechanische eigenschappen (vloeigrens $R_{p,0,2}$; treksterkte R_m en verlenging A) te relateren aan de globale volumetrische fout ($?_{tot}$), zoals blijkt uit onderstaande figuren. De mechanische eigenschappen gelden voor de Al-legering Al 226 (EN AC-Al Si9Cu3). Daar waar treksterkte en verlenging afnemen bij toenemende porositeit, blijft de vloeigrens constant. De onderzoekers kunnen de spreiding op de resultaten verkleinen wanneer de mechanische eigenschappen uitgezet worden tegenover de lokale porositeit, die op het breukvlak werd gemeten, eveneens met CT.

Ook Hairy (2008) weet in zijn onderzoek de resultaten van CT-scans aan te wenden voor de voorspelling van lokale spanningsverhogingen $?_{locale}$ rond een holte:



met K_t een spanningintensiteitsfactor



met d de diameter van de holte en $L_{surface}$ de afstand van de holte tot het oppervlak.

Hairy heeft bovenstaande vergelijking toegepast voor het geval van vermoeiing. Het blijkt nu dat holtes die dicht tegen het oppervlak liggen, hoewel in regel kleiner, toch nefaster zijn op de weerstand aan vermoeiing in vergelijking met grotere poriën die doorgaans eerder centraal optreden. Bovenstaande voorbeelden illustreren dat de kwantitatieve analyse van defecten een van de sterke punten van CT vormt.



(Bron: Oberdorfer 2014)



(Bron: Oberdorfer 2014)

CT-scans in productiecontrole

De gestaag toenemende rekenkracht van computers heeft ertoe geleid dat de benodigde tijd voor de opname en verwerking van CT-beelden gedaald is van grootteorde uren tot minder dan 1 minuut. Hierdoor zijn CT-scans inzetbaar voor productiecontrole. De Duitse auto-industrie heeft deze mogelijkheid aangegrepen. Volkswagen Hannover gebruikt CT op dagelijkse basis voor de ontwikkeling van producten (cfr. Hairy 2008). In de testopstelling schuiven de hogedrukgietstukken op een lopende band doorheen de CT-scanner, die tezelfdertijd omheen zijn as wentelt (zie

onderstaande figuur). In de vermelde opstelling (uit 2012) duurt de CT-scan 23 seconden en de opbouw van het 3D-beeld 15 seconden.



(Bron: Ambos et al. 2012)

Het testgietstuk (foto onder) is een steun voor een oliepomp. Een voorbeeld van een CT-scan met de meeste (links) en de minste (rechts) porositeiten uit eenzelfde gietserie staat hieronder.



(Bron: Ambos et al., 2012)



(Bron: Ambos et al., 2012)

Het systematische gebruik van snelle computertomografie tijdens de productie leidde tot een belangrijke vaststelling. Zo blijken er relatief grote verschillen in porositeiten op te treden binnen eenzelfde serie met ongewijzigde procesparameters (zie onderstaande figuur). Men vermoedt dat variaties van de totale porositeit een gevolg zijn van de toleranties bij het opbrengen van het scheidingsmiddel op de coquilles.



(Bron: Ambos et al., 2014)

Tot slot kan nog aangestipt worden dat moderne industriële CT-systemen een meetprecisie opleveren die vergelijkbaar is met traditionele coördinaatmeetsystemen. Bijkomend voordeel is dat CT op verdekte plaatsen kan meten die met andere meetmethoden niet toegankelijk zijn.

Sirris beschikt in de afdeling te Zwijnaarde over een computertomografiesysteem.

Verwant artikel

- Techniline 28.11.2014 - Analyse van defecten in voorwerpen

Bronnen

- Ambos E., et al., “Schnelle Computertomographen in der Druckgussfertigung” Giesserei Vol. 99 2012 nr. 6 pp. 40-49.
- Ambos E., et al., “Das Druckgießen im Spannungsfeld zunehmender Anforderungen an die Gussteile und das Streben nach Optimierung des Prozesses” Giesserei Rundschau Vol. 61

2014 nr. 5/6 pp. 208-215.
- Hairy P., Buecher V., Chabod A., “Quantification of defects in pressure die casting (part III) 3D Analysis by Tomography” Fonderie 2008 nr. 271 Jan. pp. 8-23.
- Oberdorfer B., Habe D., Kaschnitz E., “Bestimmung der Porosität in Al-Gussstücken mittles CT und ihres Einflusses auf die Festigkeitseigenschaften“ Giesserei Rundschau Vol. 61 2014 nr. 5/6 pp. 138-141

Auteurs



Kurt Beghyn