

Nieuwe carboneermethode tegen vervorming

i Sirris
Guy Claus

De Poolse firma en ovenbouwer Seco-Warwick heeft enkele jaren geleden een revolutionair systeem bedacht om de heterogeniteit in eigenschappen bij in massa gecarbioneerde onderdelen (tandwielen, synchro-ringen, lagers enzovoort) een oplossing te bieden. Het systeem werd UniCase Master genoemd en hiervoor ontvingen ze de Intelligent Development Award 2017.

In de warmtebehandeling van stalen onderdelen speelt de overdracht van warmte tijdens het opwarmen en afkoelen van de stukken een belangrijke rol. In de conventionele ovens voor warmtebehandeling wordt doorgaans gewerkt met een 'stapel' van onderdelen (10 tot 100 stukken per lading) welke na het bereiken van de hardingstemperatuur gezamenlijk afgeschrikt wordt in een medium, meestal olie waardoor de onderdelen gehard worden. Tijdens deze drastische afkoeling gebeurt de zogenaamde martensiet-transformatie. Aangezien de warmtestroming bij deze behandeling meestal tweedimensionaal gebeurt (van boven naar onder) en deze stroming verre van uniform verloopt, is het duidelijk dat de onderdelen geen 100% gelijke behandeling krijgen. Het gevolg is dat ze een spreiding in mechanische eigenschappen (hardheid, hardingsdiepte, structuur) vertonen. Er is ook spreiding op vlak van vervorming.

CONVENTIONEEL BATCH PROCES

Het conventioneel carboneerproces gebeurt doorgaans in gasgestookte ovens (retort- of kamerovens) waarbij een brandbaar endogas gebruikt wordt als bescherming tegen het ontkolen. Na opwarmen wordt in de oven een koolstofrijk gas toegevoegd op basis van aardgas, propaan of methyleen waardoor een opkoling in het staal plaatsvindt. Na een langdurig diffusieproces op hoge temperatuur, worden de stukken vervolgens in een afschrikbad, meestal olie, snel afgekoeld.



Zijaanzicht van de UniCase Master bandcarboneeroven voor stalen onderdelen met de 3 horizontale kamers en 2 zijdelingse liften

Een eerste evolutie en verbetering van dit proces werd bekomen door gebruik te maken van een vacuümoven in plaats van een gasoven, in combinatie met een hoge-druk gasafschrikssysteem in plaats van een oliebad. De manier van stapelen van onderdelen via zogenaamde ovenstellen bestaande uit vuurvaste stalen roosters, bleef behouden. Door deze stapeling van veel gelijke onderdelen en de onvermijdelijke variaties van de temperatuur binnen een oven, ontstaan er steeds kleine gradiënten in de opwarming en afkoeling van de stukken. Vooral tijdens de afschrikfase blijken de verschillen het grootst: het afkoelmedium moet immers langs alle zijden van de onderdelen in de stapeling stromen om een gelijkmatige afkoeling te geven aan elk onderdeel. De minste storing in het stromingspatroon kan leiden tot grote verschillen in het eindresultaat, bijvoorbeeld op vlak van hardheid en hardingsdiepte. Dit betekent dat onderdelen in het midden van de lading andere eigenschappen zullen hebben dan onderdelen welke zich aan de rand van de lading bevinden. Het is ook tijdens de afkoeling (afschrikken) dat de vervorming optreedt. Deze vervorming is een gevolg van de thermische uitzetting van staal maar ook van de transformatie austeniet tot martensiet. Er zijn

in het verleden veel studies en simulaties gebeurd om dit proces te bestuderen en te beheersen. Door de complexiteit van het convectieproces en het groot aantal procesparameters is de afkoelfase echter zeer moeilijk te modelleren. De meeste conventionele afschrikssystemen geven steeds een zekere vervorming aan de geharde onderdelen welke finaal enkel door een gepaste nabewerking zoals slijpen of rectificeren, kan weggewerkt worden.

STUK PER STUK PROCES

Het is pas enkele jaren geleden dat een ovenbouwer op het idee kwam om in plaats van onderdelen in 'batch' in een grote oven te behandelen, deze één per één door een kleine oven te sturen. Gasgestookte bandovens bestonden reeds lang maar Seco-Warwick combineerde deze techniek met de technologie van het carboneren met vacuümoven (Low Pressure Carburizing) en met de hoge druk gasafkoeling (High Pressure Gas Quenching). Het resultaat van deze gecombineerde technologie was het gepatenteerde UniCaseMaster ovensysteem.

Deze compacte oveninstallatie (9,5 m x 6,5 m x 3,5 m) omvat alle stappen van een

klassiek carboneerproces. De onderdelen zoals tandwielen worden op een transportband doorheen een compacte rechthoekige vacuümoven verplaatst. In deze oven zijn drie boven elkaar gelegen horizontale kamers aanwezig: een opwarmzone, een doorwarmzone en een diffusiezone (opkolen). Langs beide zijden zijn er liften voorzien om de stukken van de ene naar de andere kamer te verplaatsen. Na het opkolen worden de stukken één voor één door een robot in een kleine afschrikkamer onderaan de oven afgekoeld tot kamertemperatuur. Door deze eenvoudige afkoelmethode vermijdt men de nadelen van een klassiek batch afkoelsysteem met meerdere gestapelde onderdelen. Bovendien is de stroming volgens de constructeur niet tweedimensionaal maar vierdimensionaal waardoor de uniformiteit van de afkoeling sterk verbetert. De afkoeling blijkt te gebeuren met verschillende richtbare spuitkoppen rondom het onderdeel (3D) waarbij het onderdeel zelf nog eens roteert om de symmetrieas (4D). Het eindresultaat blijkt hierdoor minder vervorming op te leveren in vergelijking

met een conventioneel afgekoeld onderdeel. De spreiding op de carboneerdiepte ligt rond 5% t.o.v. 50 % met conventionele carboneerovens.

PRODUCTIVITEIT

De UniCase Master installatie is bedoeld om geïntegreerd te worden in een productielijn naast een CNC machine en was ontworpen om een ecologische voetafdruk te hebben zoals een CNC machine. Aangezien geen zware ovenstellen samen met de onderdelen opgewarmd moeten worden, is het energieverbruik laag. Het is wel een nadeel dat de onderdelen beperkt in afmeting zijn: max. 200 mm diameter en max. 50 mm hoog met een gewicht van max. 3 kg. Elke kamer kan max. 15 onderdelen behandelen. De tactijd bedraagt 60 s waarbij elk onderdeel ca. 15 min in elke kamer verblijft (bij 1.040°C). Voor tandwielen met diameter 105 mm bestaande uit 20MnCr5 staal bedraagt het energieverbruik rond 2kWh per tandwiel en 2 g acethyleen gas voor een carboneerdiepte van 0.42-0.45 mm.



3D-voorstelling van de UniCase Master

Bron:

www.seco-warwick.com

In-Line High Volume, Low Distorsion, Precision Case Hardening for Automotive Transmission and Bearing Industry – Paper ECHT 2016, Prague

RÖSLER®
finding a better way ...

3D-Printing is geen toekomstmuziek meer!

RAPIDFINISH

“VAN MASSAPRODUCTIE NAAR MASSA-MAATWERK EN MASSA-AFWERKING”

R_a = 2,1 µm
R_a = 0,05 µm

- ✓ AUTOMATISERING
- ✓ GLAD RESULTAAT
- ✓ TIJDBESPARING

RF
RapidFinish™
for a smooth finish on 3D printed parts