

# Nieuwe carboneermethode minimaliseert vervorming

29 juni 2018, 02:00

*Door stalen onderdelen een voor een door een speciaal ontworpen compacte carboneeroven te sturen, kan de warmtebehandeling veel optimaler verlopen, met betere resultaten - zoals minder vervorming - tot gevolg.*

De Poolse ovenbouwer Seco-Warwick heeft UniCase Master bedacht, een revolutionair systeem om aan de heterogeniteit in eigenschappen bij in massa gecarboneerde onderdelen (tandwielen, synchro-ringen, lagers, ...) een oplossing te bieden.

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 'stapeling' van onderdelen (10 tot 100 stukken per lading), die na het bereiken van de hardingstemperatuur gezamenlijk afgeschrikt worden in een medium, waardoor de onderdelen gehard worden. Tijdens deze drastische afkoeling gebeurt de 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 procent gelijke behandeling krijgen. Het gevolg is dat ze een spreiding in mechanische eigenschappen (hardheid, hardingsdiepte, structuur) vertonen, alsook op het vlak van vervorming.

## Conventioneel batch proces

Het conventionele 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 toegevoerd 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.

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 hogedruk gasafschriksysteem in plaats van een oliebad. De manier van stapelen van onderdelen via 'ovenstellen', bestaande uit vuurvaste stalen roosters bleef echter 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.

Vooraf 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 het vlak van hardheid en hardingsdiepte. Dit betekent dat onderdelen in het midden van de lading andere eigenschappen zullen hebben dan onderdelen die 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 van 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 die finaal enkel door een gepaste nabewerking (slijpen, 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 UniCase Master-ovensysteem.

Deze compacte oveninstallatie (9,5 m x 6,5 m x 3,5 m) omvat alle stappen van een klassiek carboneerproces. De onderdelen, bijvoorbeeld tandwielen, worden hier 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 volgende 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 enkelvoudige 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, wat de uniformiteit van de afkoeling sterk verbetert. Bij nader toezien blijkt de afkoeling 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 procent, tegenover 50 procent met conventionele carboneerovens.



*Zijaanzicht van de UniCase Master-bandcarboneeroven voor stalen onderdelen met de drie horizontale kamers en twee zijdelingse liften*

## 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 zoals een CNC-machine te hebben. Aangezien geen zware ovenstellen samen met de onderdelen opgewarmd moeten

worden, is het energieverbruik laag. Het enige nadeel is dat de onderdelen beperkt in afmeting moeten zijn: max. 200 mm in diameter en max. 50 mm hoog (max. 3 kg). Elke kamer kan max. 15 onderdelen behandelen. De tactijd bedraagt 60 sec, waarbij elk onderdeel ca. 15 min in elke kamer verblijft (aan 1.040 °C). Voor tandwielen met diameter 105 mm bestaande uit 20MnCr5-staal bedraagt het energieverbruik ca. 2 kWh per tandwiel en 2 g acethyleengas voor een carboneerdiepte van 0,42-0,45 mm.



*De UniCase Master werd bekroond met de Intelligent Development Award 2017.*

## Bronnen

- <http://www.seco-warwick.com>
- In-Line High Volume, Low Distorsion, Precision Case Hardening for Automotive Transmission and Bearing Industry – Paper ECHT 2016, Prague

## Auteurs