

Ecologisch nitreren met het ZeroFlow-proces

05 december 2014, 01:00

ZeroFlow is een eenvoudigere, goedkopere en meer ecologisch gecontroleerde vorm van gasnitreren dan wat met de bestaande conventionele processen mogelijk is.

Het gasnitreren van staal is een oud en gekend proces voor het oppervlakkig harden van stalen onderdelen. In 2007 ontwikkelde de Poolse ovenbouwer Seco Warwick samen met de Universiteit van Poznan het aangepaste proces ZeroFlow.

Wat is gasnitreren?

Gasnitreren is een bijzondere vorm van nitreren, naast zoutbad- en plasmanitreren, waarbij een stikstofhoudend gas (meestal ammoniak) in contact met staal wordt gebracht. Bij een temperatuur van ca. 550-600 °C in het ferritisch gebied van staal treedt aan het oppervlak een thermische ontbinding (dissociatie) op van het ammoniakgas waarbij waterstof en atomaire stikstof ontstaan. Het is de atomaire stikstof die geleidelijk in het staal diffundeert. Het gasnitreren is dus een gecontroleerd diffusieproces, net zoals het carboneren, maar aan een relatief lage temperatuur, wat voordelig is voor de vervorming tijdens en na het proces.

Na de diffusie (die meerdere uren tot dagen kan duren) vormt er zich aan het oppervlak een (nitree)laag, bestaande uit een dunne laag ijzernitriden (ook witte laag genoemd) met daaronder een dikkere diffusie laag, rijk aan opgeloste stikstof. Als de diffusie afgelopen is, wordt het staal afgekoeld, maar niet afgeschrikt zoals bij het carboneren (opkolen en harden). Ook deze stap is gunstiger voor de vervorming van complexe stukken. Door de samenstelling van het ammoniakgas en de temperatuur te variëren kan men de opbouw van de lagen beïnvloeden, bijvoorbeeld lagen afzetten zonder witte laag enz.

In de meeste processen gebruikt men zogenaamd 'gedissocieerd' ammoniak (Floer proces), dat bestaat uit waterstof, stikstof en ammoniak, wat een goede procescontrole en een snelle reactie toelaat, of ammoniak en stikstof als procesgas. Het gasmengsel wordt in een gesloten reactorvat (nitreeoven) toegevoerd en verlaat op continue wijze de oven na contact met het staal. Deze restgassen worden dan verbrand in een fakkel (toorts). De verhouding ammoniak/waterstof bepaalt de reactiviteit uitgedrukt door de 'nitreepotentiaal' en is een cruciale parameter voor het proces.

ZeroFlow-proces

De eerste stap van het nitreren bestaat steeds uit het evacueren van de lucht (purgeren), die zich in de oven bevindt en het opdrijven van de zogenaamde 'nitreepotentiaal' tijdens de opwarmfase. In het ZeroFlow-proces verschilt deze fase niet van de conventionele methode, waardoor het gasverbruik ongeveer gelijk is.

Het verschil treedt echter op in de tweede en derde fase (respectievelijk hoge potentiaal, lage temperatuur, lage potentiaal en hogere temperatuur). In een conventioneel proces met 30 % NH₃ en 70 % gedissocieerd NH₃ is het gasverbruik bijvoorbeeld 2,5 m³ in de eerste fase en 21,5 m³ in de tweede en derde fase, in totaal 24 m³. Het ZeroFlow-proces werkt enkel met NH₃ (geen gasmengsel), waarbij de gasstroom in de oven na de opwarmfase wordt afgesloten. Het aanwezige stikstofrijke gas reageert met het staal, waarbij de stikstofpotentiaal geleidelijk afneemt, maar op een laag peil wordt gehouden (in tegenstelling tot in het conventionele proces). Het totale gasverbruik bedraagt dan slechts 6 m³ of 2,5 m³ voor de eerste fase en slechts 3,5 m³ voor de volgende fasen.

Het proces werd met succes toegepast op diverse stalen onderdelen, zoals glasvormen bestaande uit 42CrAlMo7-10, tandwielen in 42CrMo4 en 34CrNiMo6 staal, krukassen in smeedstaal en matrijzen voor aluminiumspuitgietwerk. De bekomen nitreerlagen vertoonden gelijkaardige kenmerken als hun conventioneel aangebrachte lagen.

De procescontrole is echter eenvoudiger dan bij een conventioneel proces: enkel NH₃ en het gehalte aan waterstof moet gemeten worden. Bestaande ovens kunnen volgens het bedrijf eenvoudig omgebouwd worden om het nieuwe proces te kunnen toepassen. Bovendien is er geen ontbindingsinstallatie voor ammoniak nodig, wat een belangrijke kostenbesparing betekent bovenop het lager gasverbruik en de verminderde uitstoot van broeikasgassen.



(Klik om te vergroten)

Vergelijking tussen het verbruik aan gassen bij ZeroFlow proces en 2 conventionele processen waarbij ammoniak en gedissocieerd ammoniak of ammoniak en stikstof gebruikt worden als procesgas (links het nitreren van een krukas in 4340, rechts van een tandwiel in 31CrMoV9, met ovenvolume van 0,6 m³)

Bronnen

- Industrial Experiences with Controlled Nitriding using ZeroFlow Method (Heat Treatment Progress 2009)
- Consumption of ammonia in the regulated Zero Flow gas nitriding and used so far processes. (presentatie Heat Treatment Congress Krakau, 8 oktober 2014)

Auteurs