



Onverklaarbare tandwielschade wellicht gevolg van slijpbrand

[tekst] Marjolein de Wit-Blok

Stork Gears & Services heeft onlangs speciale apparatuur aangeschaft waarmee slijpbrand is op te sporen. Deze vorm van materiaalschade ontstaat wanneer staal te zwaar wordt geslepen (thermische schade). Het verschijnsel heeft als groot nadeel dat het met het blote oog meestal niet is te zien. Hierdoor kunnen ogenschijnlijk goede componenten – zoals tandwielen in tandwielkasten van windturbines – in relatief korte tijd falen. Lead engineer Gerard van Vliet vertelt op welke manier Stork Gears & Services de meettechniek toepast.

Slijpbrand – of draai-brand – ontstaat wanneer gecarboneerd of gehard staal zeer lokaal te maken krijgt met oververhitting gevolgd door een snelle afkoeling. Bijvoorbeeld als gevolg van te zwaar slijpen. Door de grote hitte die dan ontstaat, kan de temperatuur van het oppervlak stijgen tot boven de bij het harden gehanteerde ontlaattemperatuur. Dit heeft twee effecten op

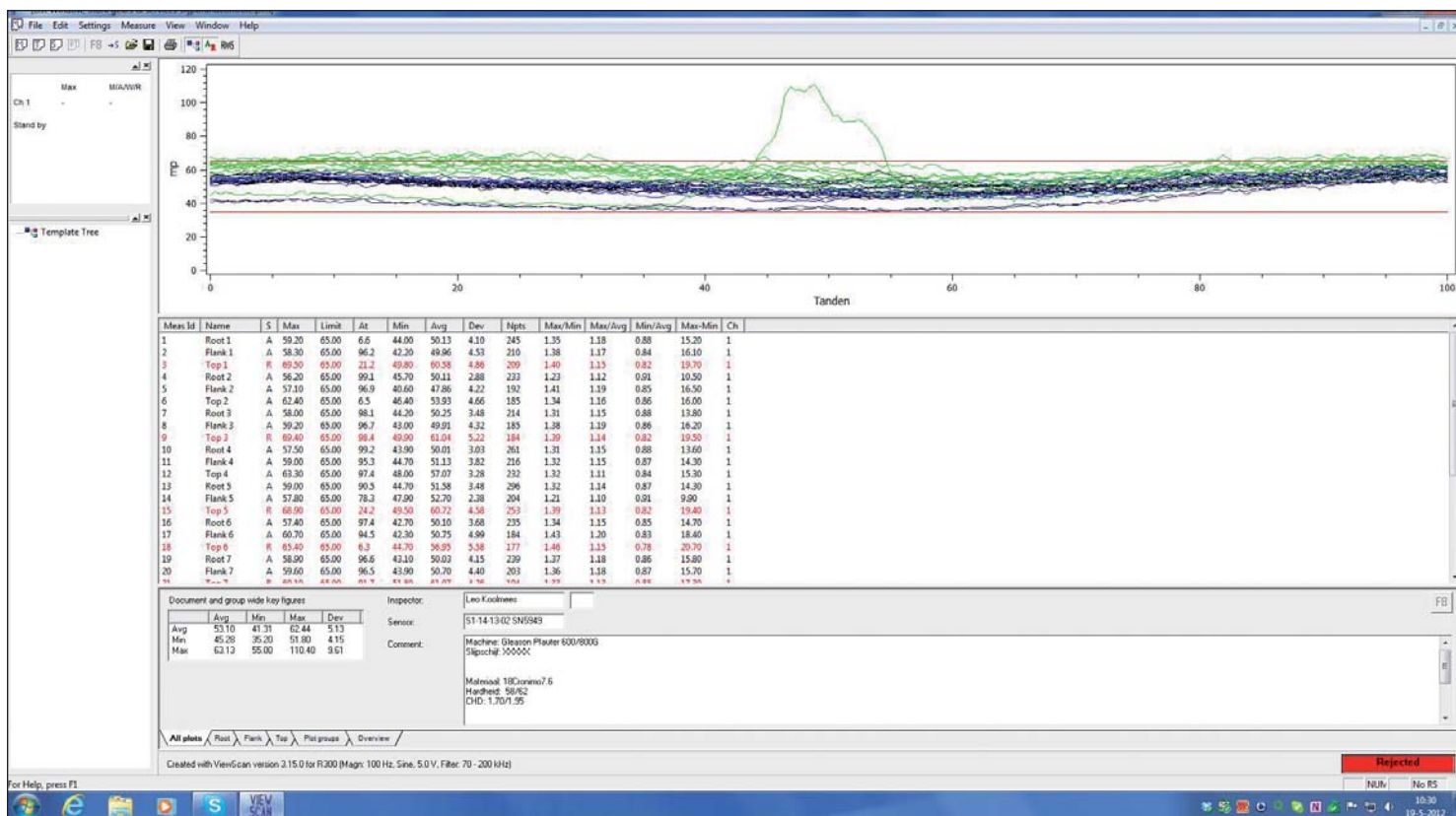
het tandwiel. Ten eerste loopt de hardheid lokaal terug hetgeen een negatieve invloed heeft op de belastbaarheid. Daarnaast veranderen de spanningen in het materiaal. In extreme gevallen van oververhitten kan opnieuw de hardingstemperatuur worden bereikt waardoor nog meer hardheids- en spanningsverschillen ontstaan die de belastbaarheid nadelig beïnvloeden.

Het fenomeen is niet nieuw, maar wel een vorm van slijtage waarmee Stork Gears & Services – gespecialiseerd in het onderhouden en repareren van tandwielkasten – steeds vaker te maken krijgt. Eén van de bekendste voorbeelden binnen het bedrijf is een tandwielkast uit een windturbine (géén Stork levering) die om op het eerste gezicht onverklaarbare redenen in een veel te vroeg stadium faalde. Door het betreffende tandwiel middels een etsproces te behandelen, werd slijpbrand vastgesteld. De reden dat Stork vaker te maken krijgt met slijpbrand hangt samen met het feit dat tandwielen steeds minder vaak worden geproduceerd middels afwikkelslijpen. De focus verschuift meer en meer naar het zogenaamde profielslijpen waarbij een slijpsteen wordt gebruikt die precies de vorm heeft van het gewenste tandprofiel. Deze manier van slijpen biedt voordelen omdat hiermee sneller en nauwkeuriger is te slijpen. De techniek wordt steeds vaker toegepast omdat de huidige CNC technieken het mogelijk maken de slijpstenen met de gewenste nauwkeurigheid te vervaardigen. Nu is



Leo Koolmees voert metingen uit met de Rollscan van Innogrind om tijdens het slijpproces mogelijke slijpbrand op te sporen. Intussen bekijkt Jos van Langh achter het beeldscherm de meetgegevens (foto's: Stork Gears & Services)





sneller slijpen voordelig met betrekking tot de productietijd, maar het verhoogt óók de kans op slijpbrand. Gerard van Vliet: “Toch ziet het er - omwille van de verhoogde kans op slijpbrand - niet naar uit dat we zullen terugkeren naar afwikkel-slijpen. Dat betekent dat we binnen het profielslijpen veel ervaring zullen moeten opdoen om slijpbrand in de toekomst te voorkomen. Dat is een relatief grote klus aangezien er vele factoren een rol spelen bij het ontstaan van slijpbrand. Ik noem onder meer de slijpschijf, de hardheid en dichtheid van de korrels, het gebruikte koelmiddel en uiteraard de relevante slijpparameters zoals de voeding en de aanzet. Daarnaast speelt ook de kwaliteit van het materiaal dat wordt geslepen een rol; onder meer ten aanzien van de mate van rest-austeniet en de manier waarop het materiaal is ontlaten.”

Slijpbrand opsporen

De klassieke manier om slijpbrand op te sporen, is middels een etsproces waarbij verschillende etsbaden worden gebruikt. Het etsproces luistert zeer nauw. Er worden bijvoorbeeld hoge eisen gesteld aan de zuiverheid en de concentratie van de stoffen in de baden. Daarnaast is de volgorde van de etsbaden, de temperatuur en de tijdsduur dat de proefstukken in de baden verblijven van belang om de gewenste resultaten te bereiken. Deze methode vereist de nodige vakman-

schap en vraagt een relatief grote investering. Bij tandwielen met een diameter tot 1,5 m is er al snel sprake van een investering van enkele honderdduizenden euro's. Een ander nadeel is, dat met etsen uitsluitend snijbrand (ontlaten martensiet) is aan te tonen; er zijn geen uitspraken te doen

Implementatie kost wel tijd

over de verandering van de eigenspanning in het materiaal. Dat komt omdat met etsen het oppervlak tot een diepte van ongeveer 5 µm is te beoordelen terwijl de verandering van spanning vaak dieper ligt. Een belangrijk vóórdeel van de etsmethode is dat het volledig ondergedompelde oppervlak op slijpbrand is te controleren.

Barkhausen Noise Analysis

Een andere manier om slijpbrand te detecteren, is door gebruik te maken van speciale apparatuur waarvan de werking is gebaseerd op Barkhausen Noise Analysis (zie kader), bijvoorbeeld de Rollscan van Innogrand. Dit meetstelsel bestaat uit een meetapparaat, een sensor en software. Er zijn verschillende sensoren beschikbaar die verschillen in grootte en zijn in te zetten voor respectievelijk kleine en grotere

werkstukken. Door de sensor over het oppervlak te bewegen zijn zowel snijbrand als trekspanningen te detecteren. Jos van Lanh is directeur-eigenaar van Innogrand: “De waarde die de gebruiker op het scherm afleest, is geen absolute waarde maar krijgt pas betekenis wanneer voorafgaande aan deze meting referentiemetingen zijn gedaan aan referentiwerkstukken of -proefstukken. Deze proefstukken moeten van hetzelfde materiaal zijn vervaardigd, dezelfde warmtebehandeling hebben ondergaan en dezelfde mechanische bewerking. Zowel goede als ‘foute’ proefstukken worden gemeten zodat een bandbreedte wordt gegenereerd die wordt opgeslagen in het meetapparaat.”

Barkhausen Noise Analysis

De zogenaamde Barkhausen Noise Analysis is door professor Barkhausen ontwikkeld in 1919 toen hij het zogenaamde Barkhausen geluid ontdekte. Dit gebeurde toen hij een spoel om een ferromagnetisch materiaal wikkeld en de uiteinden via een versterker aansloot op een luidspreker. Toen hij het materiaal magnetiseerde met een staafmagneet - hierdoor neemt de magnetische veldsterkte toe - ontstond er een klikkend geluid. Dit geluid is afkomstig van de magnetische deeltjes in het materiaal die omslaan wanneer zij zich willen richten naar het aangebrachte magnetische veld. Nu blijken de deeltjes in materiaal die meer ontlaten martensiet bevatten (=snijbrand) zich makkelijker naar het magnetisch veld kunnen richten waarbij ze meer geluid produceren dan de andere deeltjes. Tevens neemt het signaal toe wanneer zich trekspanningen in het materiaal bevinden.

Afdruk van het beeldscherm tijdens het meten van een tandwiel. De rode lijnen geven de bandbreedte weer; de groene 'piek' geeft een duidelijke afwijking aan (foto: Stresstech)



De Rollscan 300 bestaat uit een meetapparaat, een sensor – hiervan zijn verschillende afmetingen beschikbaar – en de bijbehorende software. Het apparaat werkt op basis van de Barkhausen Noise Analysis methode (foto: Stresstech)

In de beeldschermafdruk zijn de twee uiterste waarden weergegeven door een rode lijn. Daartussen zijn alle metingen uitgezet in een grafiek waaruit relatief snel de afwijkingen zijn af te lezen. De piek in deze meting geeft bijvoorbeeld aan dat er in een bepaalde tand onregelmatigheden zijn gevonden. De metingen dringen tot ongeveer 80 µm door in het materiaal, diep genoeg om vooral de trekspanningen te detecteren.

Van Langh: “Een voordeel van deze apparatuur is dat de metingen volledig zijn te automatiseren en dat ze in veel mindere mate afhankelijk zijn van de vaardigheden van de operator. Dit in tegenstelling tot het etsen van proefstukken waarvoor relatief veel ervaring en vakmanschap is vereist.”

Toepassing bij Stork

Omdat Stork Gears & Services de te repareren tandwielen graag wil kunnen onderzoeken op slijpbrand én om hun eigen slijpproces in de gaten te houden, is het bedrijf overgegaan tot aanschaf van de Rollscan 300. Het apparaat is in de werkplaats naast de slijpmachine gepositioneerd en wordt bediend door operator Leo Koolmees. Hij gebruikt het meetapparaat dagelijks. “Het vergt enige oefening

om de sensor op de juiste manier over het oppervlak te bewegen maar dat leer je in de training en uiteraard door het in de praktijk veel te doen. Verder leer je of de grafieken die worden weergegeven op het beeldscherm bruikbaar zijn of dat je een bepaalde meting nogmaals moet uitvoeren. Ik sta positief tegenover deze meetmethode omdat het ons de mogelijkheid geeft om gedurende het slijpproces te

Kwaliteitscontrole en productiebewaking

controleren of we bijvoorbeeld de voeding of een andere slijpparameter moeten aanpassen om zo slijpbrand te voorkomen. Het neemt ook heel wat discussie weg omdat slijpbrand met het blote oog meestal niet waarneembaar is. Daarnaast voeren we met het apparaat uiteraard ook eindcontroles uit én meten we tandwielen die binnenkomen voor reparatie. Wanneer hieruit blijkt dat er sprake is van slijpbrand, dan heeft de eigenaar de mogelijkheid verhaal te halen bij de leveranciers van zijn tandwielkast.”

Implementatie

Van Langh: “Het is geen meetmethode die je ‘even’ implementeert. Het vervaardigen van referentiewerkstukken vergt de nodige aandacht, tijd en moeite evenals het meten hiervan en het genereren van een bruikbare database. Daarnaast is het van belang dat de mensen die de uiteindelijke metingen gaan uitvoeren worden opgeleid en affiniteit met de methode opbouwen. Bovendien moeten ze leren hoe te reageren op de gemeten waarde. Een piek in de metingen die duidt op slijpbrand bijvoorbeeld geeft aan dat je ‘iets’ moet doen. Maar wat? Het is lang niet altijd de beste oplossing om de voeding te verlagen; het kan zijn dat te langzaam wordt geslepen en de operator dus de snelheid moet opvoeren of het koelmiddel moet aanpassen. Hiervoor zijn verschillende vuistregels beschikbaar. Al met al zal Stork zeker een tot anderhalf jaar bezig zijn voordat de meetmethode naadloos in het proces kan worden toegepast.” **AT**

Inl.: Stork Gears & Services BV,
tel.: (010) 487 35 00,
www.stork-gears.com
Innogrind BV, tel.: (0492) 56 59 50,
www.innogrind.nl