

89^e bijeenkomst Contactgrope Fractografie i.s.m. met Sectie Tribologie Falen of Presteren – Het slijtageproces

De Sectie Tribologie en de Contactgroep Fractografie van de Vereniging Metalen hielden op 27 april 2011 een gezamenlijke bijeenkomst met als thema Het Slijtageproces. We werden hartelijk ontvangen bij de firma Aludra in Vlaardingen. Aludra is gespecialiseerd in het aanbrengen van thermisch gespoten lagen, inclusief de daarbij horende voor- en nabewerkingen.

Dhr. Kraak van Aludra zette in zijn openingswoord uiteen wat thermisch spuiten allemaal inhoud, en wijst daarbij ook op de haken en ogen waar aan gedacht moet worden bij de toepassing van deze lagen. Een van de toepassingen is het aanbrengen van slijtbestendige lagen. In zijn voordracht refereerde Dhr. Kraak aan een toepassing waarbij dankzij een thermisch gespoten laag de levensduur werd verlengt van 6 maanden voor een verchromde product naar 10 jaar voor een thermisch gespoten onderdeel. Aludra is een wereldwijd opererend bedrijf en nog steeds groeiende. Komend jaar zal het bedrijf uitgebreid worden op de bestaande locatie. Daarbij wil Aludra groeien van 28 naar 40 medewerkers.



Na de opening werd een rondleiding door Aludra verzorgd, waarbij alle facetten van het thermisch spuiten tastbaar werden.

Na de rondleiding verzorgde Dhr. Schuring van ECN een inleidende presentatie over slijtage:

[‘Overzicht slijtagemechanismen’](#).

Hij ging daarbij in op het feit dat slijtage een systeemeigenschap is en geen materiaaleigenschap. Dit maakt het slijtageproces een lastige ontwerpparameter. Kleine veranderingen in het systeem, zoals een temperatuurverhoging of verhoging van het debiet, kunnen grote gevolgen hebben voor het slijtagegedrag van een materiaal. In de presentatie wordt ingegaan op aspecten in

Materiaalkeuze: Toepassen van deklagen

	Erosie	Abrasie	Oppervlakte verm.	Impact/impingment	Adhesief	Fretting	Erosie-Corrosie
Oplassen	-/+++	+/+++	-/+	-/+	-/+++	-/+++	+/+++
Laser cladden	+++	+++			+++	+++	+++
Thermisch spuiten	-/+++	-/+++	-	-/+	++	++	-/+++
Explosief cladden	++	++		++		++	++
Elektrolytische lagen	+	++	--	--	++	++	+
Stroomloos metalliseren	+	++	-	--	++	++	++
Thermische (bad) proces	--	--	--	--	--	+	--
CVD	++	+++	-	-	++	++	++
PVD	++	+++	-	-	++	+++	++

materiaalkeuze, deklaagkeuze, ontwerp en gebruik die aandacht verdienen bij het oplossen en liever het voorkomen van slijtage. Dhr. Schuring raadt dan ook de ontwerpers en constructeurs aan zeker met de experts op het gebied van slijtage/tribologie en materiaalkundigen te gaan praten.

De opmerking over het praten met experts leidde tot een verwachte discussie onder de aanwezigen. Dit naar aanleiding van een opmerking waar we die experts dan in de toekomst moeten zoeken, immers de komende 5 jaar gaat de helft van deze experts met pensioen en over opvolging bestaan grote twijfels. Techniek is niet meer gewild onder de huidige scholieren. En heeft het imago van het is vies en wordt slechte betaald. Bovendien heb je er geen status van. Dhr. Kraak geeft als reactie dat het bedrijfsleven graag wil investeren in een MBO waarna na vier jaar vakmensen vanaf komen. Alleen voelt hij zich gehinderd door regelgeving van de overheid als het om onderwijsinstellingen gaat.



Een andere opmerking is dat de huidige scholieren geen gevoel meer hebben met de techniek. Alles is heel normaal. Dhr. Schuring schets een analogie met twee metselaars die aan een kathedraal werken. De ene metselaar metselt twee keer zo snel als de andere. Als aan de metselaar die langzaam metselt wordt gevraagd wat hij aan het doen is, is het antwoord: 'Ik stapel stenen'. De tweede metselaar zegt: 'Ik bouw mee aan een kathedraal'. En daar lijkt nu precies kern te liggen. De huidige leerlingen weten niet meer waar ze aan werken als ze bijvoorbeeld aan het lassen of solderen zijn. Dit beeld wordt bevestigd door een opmerking dat als men aangeeft dat gewerkt wordt aan het welzijn van mensen, leerlingen wel geïnteresseerd zijn. Wellicht is dit een invalshoek voor het wekken van interesse voor de techniek.

Dhr. Schuring daagt hierop de aanwezigen uit oplossingen aan te dragen om techniek meer tot leven te laten komen onder de huidige studenten/leerlingen. Dhr. Uitenbroek stelt voor een soort Web Quest te ontwikkelen. Leerlingen maken aan de hand van problemen die moeten worden opgelost kennis met de techniek. Die problemen hebben dan een maatschappelijke betekenis. Bijvoorbeeld: het gaat niet om het bouwen van windmolens maar om het oplossen van een energieprobleem.

De oproep om hiervoor ideeën aan te dragen blijft staan. Ideeën kunnen gemaïld worden aan de VeMet/Bond voor materialenkennis via het mail adres: info@materialenkennis.nl.

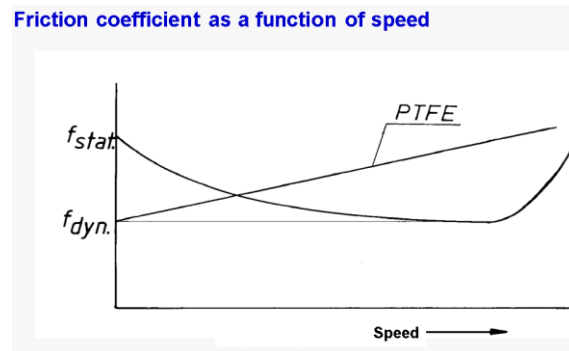
De discussie wordt gevolgd door een presentatie van Dhr. Van der Heide van TNO: 'Minder slijtage door toepassen van tribologische kennis'. Het statement van Dhr. Van der Heide is dat slijtage/tribologie helemaal niet zo moeilijk is. Voorwaarde is wel dat men zicht heeft op de drie parameters die een rol spelen, namelijk:

- Het mechanisme
- De processen
- De slijtagetypen

Het herkennen van deze parameters leidt naar de oplossing van dit probleem. Dit wordt in de presentatie nader toegelicht. De moeilijkheid is meestal het achterhalen en herkennen deze parameters.

Aansluitend geeft Dhr. Spoormaker van Spoormaker-Consultancy een presentatie over de slijtage van kunststoffen: '[Wrijving en slijtage van kunststofproducten](#)'. Over het algemeen blijkt hier minder van bekend te zijn dan de slijtage van metalen of keramiek. Toch komen dezelfde parameters en fenomenen terug. Verschil met metalen is dat doorgaans droge smering wordt toegepast. Daarnaast zijn kunststoffen veel gevoeliger voor het ontwikkelen van warmte als gevolg van repeterende vervormingen. Dit is een gevolg van de slechte warmtegeleiding door kunststoffen.

Een ander aspect bij kunststoffen is dat de statische en dynamische wrijvingscoëfficiënt sterk van elkaar kunnen verschillen, wat bij onderlinge bewegingen leidt tot slip/stick effecten. Een kunststof als teflon (PTFE) heeft daar minder last van. Vandaar dat deze kunststof vaak toegepast wordt. Maar als twee teflon onderdelen die tegen elkaar bewegen, leidt dit juist tot een zeer hoge slijtage. Ook voor kunststoffen geldt, volgens dhr. Spoormaker, dat men nooit twee dezelfde kunststoffen tegen elkaar moet laten lopen.



Bij een combinatie kunststof-metaal moet het metaal zelfs relatief hard zijn voor de laagste slijtage. Daarbij moet bedacht worden dat het werkelijke oppervlak van het kunststof dat in contact is met het metaal ongeveer 1% is van het geprojecteerde oppervlak. Dit is een gevolg van de ruwheid, en leidt tot lokaal zeer hoge oppervlakte drukken. Onder vermoeiingscondities moet de oppervlakte druk, zoals normaal nominaal berekend wordt, dan ook laag gehouden worden.

Kunststoffen die over het algemeen de beste weerstand tegen slijtage hebben zijn semi-kristallijn. Tot in welke mate een kunststof kristallijn kan worden hangt sterk af van onder andere de productiemethoden en de ketenlengtes. Productiemethoden die inherent een hoge afkoelsnelheid kennen, leveren kunststoffen met een laag kristallijn gehalte. Als dezelfde kunststof langzaam wordt afgekoeld neemt dit percentage toe. Dhr. Spoormaker waarschuwt hiervoor. Hoge productiesnelheden werken kosten reducerend voor de fabrikant, maar betekenen meestal hoge afkoelsnelheden. Een ander aspect is de ketenlengte. Kunststoffen met lange ketens en dus hoge molecuulgewichten zijn moeilijker vorm te geven. Hiermee moet rekening gehouden worden.

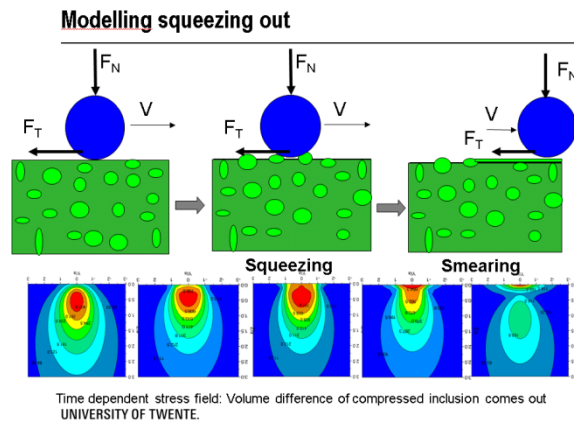
In het kader van IOP Self Healing Materials gaf Dhr. De Rooij van de Universiteit Twente een presentatie over '[Zelfherstellende keramische oppervlakken](#)'. Op zich lijkt het tegenstrijdig, aldus Dhr. De Rooij, dat keramiek een zelf herstellend vermogen heeft of kan hebben. Toch hebben veel keramieken dit van nature al.

Dhr. De Rooij beschrijft naast de mechanismen voor zelf herstellende oppervlakken, twee typen slijtage: het herstellen van scheuren en het herstellen van gesleten/slijtende oppervlakken.

Het zelf herstellen van scheuren berust op het oxideren van een component uit de keramiek, bijvoorbeeld SiC tot SiO₂. De scheur wordt daarbij hersteld evenals het grootste deel van de mechanische sterkte. Het zelf herstellend vermogen is nog beperkt in scheurgrootte. Een beperking

is verder dat dit zelf herstellend vermogen alleen nog werkt bij hoge temperaturen, ca 1000°C en hoger. Op zich is dit geen praktisch probleem, omdat deze keramieken op dergelijke temperaturen worden ingezet.

Bij lagere temperaturen, vanaf enkele honderden graden Celsius, kan zelf herstellend vermogen van oppervlakken bewerkstelligd worden door een zachtere component aan de matrix van het keramiek toe te voegen. CuO is een keramiek dat zich hiervoor leent. Er ontstaat dan een composiet. Het mechanisme achter het zelf herstellend vermogen is de vorming van een (zeer) dunne oppervlakte laag. Als deze laag slijt, wordt deze weer herteld doordat nieuw materiaal uit het onderliggende substraat geperst wordt onder de aangebrachte druk. De mechanische sterkte neemt als gevolg van het ingebrachte materiaal iets af. Ook is het zelf herstellend vermogen in de tijd beperkt. Op een gegeven moment is het materiaal dat voor het herstel van de laag zorgt in de matrix uitgeput.



Tot slot verzorgt Dhr. Van Drogen van SKF een presentatie over de recentste ontwikkelingen op het gebied van smering in zijn presentatie: '[Slijtage in hoogbelaste gesmeerde contacten](#)', Daarbij ligt de meeste aandacht bij hydrodynamische smering, omdat dit type smering in lagers wordt toegepast. Voor veel toepassing wil men de wrijvingsweerstand zo laag mogelijk hebben, onder andere in de automobiël industrie. Dit betekent dat de laagdikte van de film zo dun mogelijk moet zijn, zodat smering plaatsvindt vlak tegen het gebied met gemengde smering aan. Dit stelt de fabrikanten voor grote uitdagingen. Een van de oplossingsrichting waarin gezocht wordt is de modificatie van de oppervlakken. Hiernaar wordt veel onderzoek gedaan. Bij SKF, zo verteld Dhr. Van Drogen, wordt daarom, naast testen, veel aan modelering gedaan.

