

SMEREN OF VERWEREN

Aluminium - Roestvast Staal

Het is maar tien minuten enkele rit. Een mooie ontspannende wandeling van bij mij op kantoor naar de bank vlakbij. Even wat geld van de bankautomaat ontfutselen, alias pinnen, om dan weer de tien minuten terug naar mijn boeiende klantendossiers af te benen.

© Frans Vos, General Manager Materials Consult bvba



Tien minuten heen en tien minuten terug is genoeg” oreert mijn innerlijk geweten nadat ik nog eens over mijn pijnlijke nek heb gewreven. Sinds die wandeling van enkele dagen geleden voelt mijn nek aan als scheurpapier met een megagrote korrelafmeting. Op slechts twintig luttele minuten had de zon mij bij mijn onbeschermd nekwel gegrepen. “Smeren of verweren” orakelt mijn - niet van enige beroeps-misvorming gespeend - geweten.

Ik had inderdaad beter moeten weten. Twee keer tien minuten in de blakke zon wandelen bij een oventemperatuur van 37°C moet al zeker voor mijn ‘hoorn’laag – ik denk met enig zelf-sarcasme aan mijn hoornig nekwel – en de andere lagen van de epidermis een ware verschrikking zijn geweest. Eigenaardig genoeg voel je het niet echt aankomen. Plots is je nek knalrood en durf je, uit angst voor het uitstoten van een oerkreet, er niet meer aankomen. Het doet me wat denken aan roest. Als je roest ziet, is het eigenlijk ook al te laat. De corrosie – waarvan roest een mogelijk gevolg is – was zijn destructieve werk al bezig van voor je de roest zag komen. Maar dat had ik u eerder al eens laten weten.

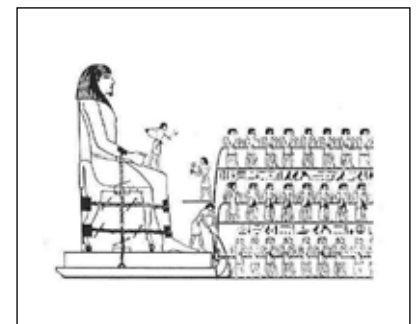
Een andere analogie? Ik kan me zo een verbrandingsmotor inbeelden waarvan de temperatuursensoren niet naar behoren functioneren. Zij die nu hopen op een betoog over gesofisticeerde electronicagadgets zijn er bij deze aan voor de moeite. Het gaat hier over ‘nog’ vernuftigere sensoren. Een kleine anekdote ...

Een vriend belde me ooit eens op om hem ergens te velde te komen oppikken. Hij had zijn wagen moeten laten depanneren omdat hij ‘zijn motor had opgeblazen’. Aan de telefoon klonk dat zeer spectaculair, maar gelukkig was hij zelf ongedeerd. Nu, wat was er gebeurd? Op de terugweg van een bezoek aan zijn dochter had hij autorijden gecombineerd met een beetje namijmeren. Omwille van dat ‘namijmeren’ was hem echter een belangrijk signaal op zijn dashboard ontgaan, een signaal dat hem duidelijk wou maken dat zijn oliepeil toch wat laag stond. Dat fameuze lampje brandde nog niet bij vertrek ten huize zijn dochter en, ondanks de rode kleur, die aangeeft dat je best aan de kant gaat staan, was hem het knipogende oliekruijke in al zijn mijmering volledig ontgaan. Jammer genoeg voor hem, want toen hij plots zag dat de tem-

peratuur van de koelvloeistof pijlsnel de hoogte inschoot, was het kwaad al geschied. Nog net op tijd was hij aan de kant gaan staan en kon zo erger voorkomen, maar voor zijn inmiddels olielozes motor was het inmiddels te laat.

Ook voor een motor geldt nu eenmaal het adagio ‘Smeren of verweren’. En tegelijk zie je maar hoe belangrijk alle sensoren samen correct moeten werken om dat verweren te vermijden. Bent u op de baan, met uw wagen (ja, ook de elektrische en hybride), de motorfiets of een klassieke fiets (ja, ook de elektrische) of met uw eigen benenmachine, probeer mijmeren en – al even belangrijk – swipen, chatten en telefoneren te vermijden. Zij leiden uw ogen af van waar u ze op dat ogenblik ‘echt’ voor nodig hebt. Uw ogen zijn op dat ogenblik uw eerstelijnsensoren om uw pad van de veiligheid te exploreren en te garanderen.

Het gebruik van de ogen als primaire sensor om de smering te garanderen, doet me ook wat denken aan een tekening uit het oude Egypte. Op de afbeelding zie je een gigantische transportslee met op de voorplecht van de slee iemand die een



kruijke vasthoudt en schijnbaar iets uitgiert vlak voor de slee. Nu, ik ben geen geschiedkundige en kan het dus niet met 100% zekerheid beweren, maar volgens de publicatie waaruit deze tekening afkomstig is, zou het een smeermiddel betreffen. Die persoon moest er dan op basis van zintuiglijke waarneming (daar zijn onder andere onze oogsensoren weer) voor zorgen dat er een optimale smering was tussen slee en zand. Volgens sommigen was het water, volgens anderen iets olieachtig, maar hoe dan ook, de wrijving verminderde en Farao geraakte sneller en met minder arbeid op zijn plaats.

Die laatste zin is plagiaat van mezelf. Net zoals de tekening, komt hij uit de inleiding van mijn doctoraatsproefschrift dat zich qua toepassingsgebied focuste op wrijvingsreductie



Copyright Materials Consult.

en slijtagepreventie in zuigermotoren en zuigerpompen. De ideeën wat betreft de motoren hadden zelfs mijn onfortuinlijke vriend uit de nood kunnen helpen. Het onderzoek kaderde in het vinden van een adequate methode om motoren te smeren zonder oliën. Nu, een motor zonder smering, dat is vandaag nog steeds een moeilijke situatie, maar in die tijd - we spreken van midden tot eind de jaren negentig van de vorige eeuw - leeft bij een aantal motor- en autofabrikanten het idee om vaste smeermiddelen in de cilinderwanden in te bouwen, die dan de rol van de smeeroilie zouden kunnen overnemen. Geen smerbeurt om de zoveel kilometer meer nodig. Heerlijk toch? Destijds waren sommige fabrikanten er zelfs van overtuigd dat dat het nieuwe normaal zou worden.

Als je zo'n niet-nodig-om-nog-te-smeren motor succesvol op de markt wil brengen, is het dan wel vereist dat ook bij het 'nieuwe smeren' de motor even vlotjes draait als voor het nieuwe-normaal-tijdperk. Uitdagingen zijn dan onder andere dat de gebruikte smeermiddelen de temperaturen en drukken in de motor moeten kunnen weerstaan, dat de smeermiddelvrijgave vanuit de wand wordt geoptimaliseerd ("Trop is teveel" zeggen we wel eens in Vlaanderen, maar te weinig is natuurlijk ook niet goed) enz. Die geoptimaliseerde vrijgave wordt op zich natuurlijk mee bepaald door de motorkarakteristieken, maar minstens evenveel door hoe je dan dat nieuwe wandmateriaal gaat opbouwen. Als het smeermiddel uit de wand moet komen zonder dat er stiekem ergens vanuit een oliereservoir doorheen wat gaatjes olie komt aanpompen, dan moet je dat smeermiddel dus in de wand zelf inbouwen. Bovendien moet je er dan zorg voor dragen dat de verdeling van het smeermiddel in de wand 'optimaal' zit verdeeld. Wat betreft die verde-

ling denken we dan op het vlak van de karakteristieken aan de concentratie van het smeermiddel in het geheel van het wandmateriaal, dichtheid en homogeniteit van de verdeling, deeltjesgrootte en -geometrie van het smeermiddel enz. Extra uitdaging: Bij de processing van het nieuwe wandmateriaal moet het smeermiddel natuurlijk (grotendeels) intact en functioneel blijven; als er een chemische reactie met het matrixmateriaal zou optreden die het smeermiddel of smerend karakter zou doen verdwijnen, is het nieuwe normaal natuurlijk nooit te bereiken. Vele uitdagingen om op terug te kijken.

Aan die zoektocht naar het toenmalige nieuwe normaal mocht ik met mijn doctoraatsstudie een bescheiden bijdrage leveren. Als ik dan even de mondvolle titel voluit mag schrijven: "Plasmaspuiten van zelfsmurende deklagen met vaste smeermiddelen"². Plasmaspuiten is een techniek die behoort tot de familie van het 'thermisch spuiten'. Met thermisch spuiten is het mogelijk om oppervlakken te voorzien van deklagen met de meest uiteenlopende eigenschappen. Ik heb immers nooit beweerd dat het nieuwe wandmateriaal de volledige wanddikte van de cilinder zou bestrijken. Zoals in de jaren tachtig-negentig bepaalde motorbouwers met hun keramische motorblokken al hadden ondervonden, kan je immers de robuustheid van de stalen of aluminium motorblokken best goed gebruiken. Bescherming tegen slijtage, corrosie en thermische invloeden, het voorzien van smering of vuurbestendigheid, het zijn slechts enkele voorbeelden van waar de thermische spuitsector wel raad mee weet.

Mijn eerste stapjes in die wereld van het thermisch spuiten heb ik te danken aan een gigantische - volgens mijn informa-

tie inmiddels teloorgegangene – plasmaspuit-installatie in een ienemienie klein lokaaltje aan de universiteit van Leuven. Bloed, zweet en tranen heeft die installatie mij gekost. Poederkeuze, productie van een composietpoeder en dat dan ‘gehopt’ krijgen, dat waren de eerste uitdagingen. Voor alle duidelijkheid: Ondanks de vlakbij gelegen proefbrouwerij van de KU Leuven had het ‘gehop’ helemaal niets met bier te maken. Het ‘gehop’ heeft te maken met de twee poedersilootjes die bij de installatie hoorden en die mij vele wakkere nachten hebben bezorgd om uit te vissen hoe we het nieuw ontwikkelde, maar plakkerige composietpoeder intact uit de ‘hoppers’ en zo naar het spuitpistool moesten jagen. Afijn, het is gelukt. Op naar de volgende uitdaging ...

Het spuitpistool was tot dan toe enkel gewoon geweest om éénfasige poeders te verwerken. Plotseling zag het zich nu geconfronteerd met tweefasige snuisterijen die, wegens het lage smeltpunt van één van die fasen, behoorlijk snel aan elkaar konden kleven. Die ‘tweefasige snuisterijen’ waren de deeltjes van het al vermelde ‘composietpoeder’ dat we speciaal voor de gelegenheid hadden moeten creëren. Je zou kunnen denken “meng het matrixpoeder en het smeermiddelpoeder door elkaar en spuit ze netjes samen tot een laag”, maar zo eenvoudig was het helaas niet. Omwille van het zeer grote verschil in onder andere dichtheid en grootteverdeling van beide poeders kreeg je in de plasmavlam een zogenaamde ‘segregatie’ van beide poeders, waardoor je een soort van geologische lagenstructuur kreeg met lagen zeer rijk aan matrixpoeder en lagen zeer rijk aan smeermiddel. Dat kwam duidelijk niet goed. Om het composietpoeder te creëren was er dan eerst een omzwerfing via het sproeidrogen, maar de fysieke interactie die daarbij tussen de poederdeeltjes van de basiscomponenten ontstond, was duidelijk niet sterk genoeg om de turbulente plasmakrachten te overleven. Uiteindelijk werd het de ‘sinteren-breek methode’, waarbij we een mengeling van de beide poeders lichtjes aan elkaar sinterden en het gesinterde materiaal terug braken om zo met de fameuze composietdeeltjes bij de plasma-installatie aan te komen draven. Maar helaas, de reservoirs van zweet en tranen bleken nog niet te zijn uitgeput. Zodra het composietpoeder ook maar enigszins in de buurt van de hete plasmavlam kwam, kon het injectiepunt al snel blokkeren. Aanpassen van de nozzle en de injectieposities van het poeder, een beetje bijsturen van de vlamparameters, en ook dat euvel was verholpen.

En zo kon het optimaliseren van de relatie tussen de smeermiddelverdeling in de lagen en hun tribologisch gedrag dan beginnen. ‘Tribologisch?’; tribologie is de tak van de wetenschap die zich bezighoudt met wrijving, smering, slijtage, daarbij ontstane temperatureffecten enz. Na vele tankwagens zweet en tranen konden we dan toch wat kleine succesjes halen.

De keramische lagen (chromoxide) met ingebouwd smeermiddel (calciumfluoride), bedoeld om ooit op de cilinderwanden van uw, mijn en mijn vriend zijn wagen terecht te komen, leverden uiteindelijk niet het beoogde resultaat op. Gelukkig is het concept op zich, met name een zelfsmurende deklaag voor motoren, echter wel bij verder onderzoek blijven dienen. Weliswaar niet om definitief smeerolie uit uw wagen te kunnen bannen, maar wel als backup. Want stel dat u, ondanks al uw



concentratievermogen, toch eens in de namijmerende situatie van mijn vriend belandt, wat dan? Zou het dan niet handig zijn dat er op de cilinderwanden van het motorblok een laagje zit dat als tijdelijk buffertje uw wagen alsnog van wat smering voorziet? Niet voldoende voor een lange reis, maar wel om tot aan de dichtstbijzijnde garage te geraken?

“En dat verhaal van de pompen?” zie ik u denken. Wel, dat had te maken met het verpompen van corrosieve substanties met een hoge viscositeit. Daarbij wordt de substantie verwarmd om de viscositeit te verlagen en zo het pompen te vergemakkelijken. De corrosiepreventie is echter een grotere uitdaging. Het idee ontstond dan om de cilinderwanden te voorzien van een nikkelchroom laag. De meeste nikkelchroom legeringen weerstaan immers goed aan agressieve omgevingen. Hun wrijvingsgedrag is echter om tranen met tuiten te wenen, waardoor zij zeer snel kunnen verweren. Ook daar was het even zoeken naar een goede methode om de composietpoeders aan te maken, maar dankzij het mechanisch legeren konden we al snel de verhoopte nikkelchroom-calciumfluoride en nikkelchroom-boornitride poeders gegeneren. Gecombineerd met de optimalisatie van de plasmaspuitparameters kon, vergeleken met zuivere nikkelchroomlagen, uiteindelijk een wrijvingsreductie van 40% en een met 60% verbeterde slijtafgeweerstand worden verkregen.

“Smeren of ...”, en u antwoordt uw geweten “Had ik het inderdaad geweten”. Hopelijk hoeft u het - dankzij aandachtige eerstelijnsensoren - met die smoes vanaf nu niet meer bij familie en vrienden uit te zweten. Dergelijke verhalen verspreiden zich immers als een lopend vuurtje, of moeten we tegenwoordig zeggen ‘als een lopend virusje’? ■

Referenties

- 1 *Fundamentals of Friction, Macroscopic and Microscopic Processes*, ed. I.L. Singer, H.M. Pollock, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1992.
- 2 *Frans Vos, Plasmaspuiten van zelfsmurende deklaag met vaste smeermiddelen, Proefschrift tot het behalen van het doctoraat in de toegepaste wetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven - Faculteit Toegepaste Wetenschappen, Departement Metaalkunde en Toegepaste Materiaalkunde (MTM), 1999, Heverlee (België).*