

University of Groningen

## DLC-coating verbetert bedrijfszekerheid en brandstofverbruik

Krosse, S.M.; Pei, Yutao T.; Zijp, J.; de Hosson, J Th M ; van Westing, E.P.M.

*Published in:*  
Metaal & Techniek

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Publication date:*  
2007

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Krosse, S. M., Pei, Y. T., Zijp, J., de Hosson, J. T. M., & van Westing, E. P. M. (2007). DLC-coating verbetert bedrijfszekerheid en brandstofverbruik. *Metaal & Techniek*, 2007(11), 20-21.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.



Ontwikkeling PVD-coatings met lage wrijving en hoge slijtweerstand

# DLC-coating verbetert bedrijfszekerheid en brandstofverbruik

In het kader van het NIMR Researchprogramma is onderzoek uitgevoerd naar een nieuwe coating. Het onderzoek laat de mogelijkheden zien van een coating die slijtage aan de nokkenas van de motorrem sterk beperkt.

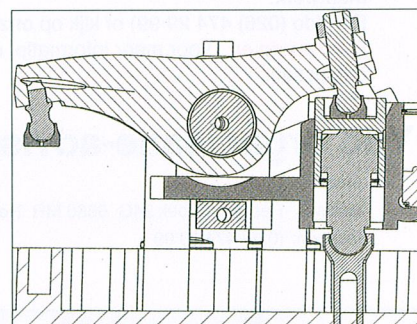
Tekst S.M. Krosse, Y.T. Pei, J. Zijp, J.T.M. de Hosson en E.P.M. van Westing \*

Moderne dieselmotoren voor grote vrachtwagens maken een steile ontwikkelingscurve door voor wat betreft comfort, brandstofverbruik en vermogen. Daarnaast worden ook de milieueisen van de overheden stringenter. Dit leidt tot grotere mechanische en thermische belastingen in het motorblok en een verhoogde kans op overmatige slijtage. Er is een inventarisatie gemaakt van de meest kritische, aan slijtage onderhevige componenten van de nieuwe DAF MX motor. Een van de componenten die aandacht vroeg was de DAF motorrem (Engine Brake, zie figuur 1).

NIMR, TNO en DAF hebben onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor toepassing van PVD-coatings (Physical Vapour Deposition) bij dit onderdeel. In het kader van het NIMR Researchprogramma is bij de Rijksuniversiteit

Groningen (RUG) gewerkt aan de ontwikkeling van een nanocomposite TiC/aC(:H) coating. Deze coating heeft de reputatie zeer hard en slijtvast te zijn en ook een zeer lage wrijvingscoëfficiënt te hebben. Naast deze innovatieve coating is een in de industrie vaak toegepaste standaard Diamond Like Carbon (DLC) PVD-coating betrokken in het onderzoek, waarbij ook de invloed van beperkte smering is meegenomen.

TNO heeft, nadat de nanocomposite coating in Groningen was ontwikkeld, het onderzoek opgepakt in het kader van het NIMR Applicatieprogramma in nauwe samenwerking met Hauzer Techno Coating. TNO heeft DAF Trucks het nut van de coating aangetoond, waarna DAF Trucks de coating op de kritische component heeft toegepast.



1: schematische weergave van de DAF motorrem.

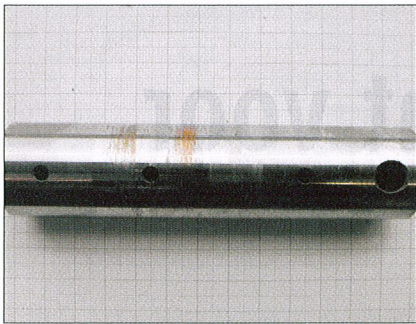
## Onderzoekresultaten

TNO onderzocht de optredende schade aan de motorrem. Daaruit bleek dat de smeringfilm onvoldoende was ten gevolge van de geringe beweging van de tuimelaar van de motorrem.

TABEL 1: Resultaten van 'pin-on-disc'-testen met verschillende pin- en coatingvarianten.

Test nr.	Pin-materiaal	Coating op as	Gemiddeld wrijvingscoëfficiënt bij 40 MPa	Slijtage bij 40 MPa (pin+disc) (mm)	Gemiddeld wrijvingscoëfficiënt bij 80 MPa	Slijtage bij 80 MPa (pin+disc) (mm)
1	Standaard lagermateriaal	geen	0.088	0.23	0.135	0.39
2	Standaard lagermateriaal	nano-composite (RUG)	0.115	0.24	0.098	0.15
3	Standaard lagermateriaal	DLC	0.117	0.26	0.093	0.23
4	Staal van de tuimelaar (koolstofstaal)	nano-composite (RUG)	0.064	0.05	-	-
5	Staal van de tuimelaar (koolstofstaal)	DLC	0.207	0.08	-	-

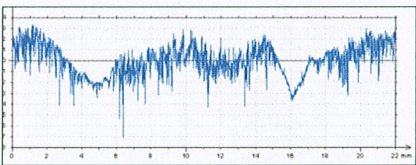




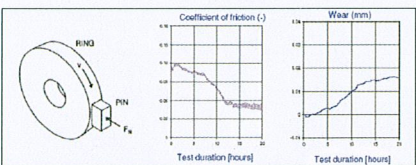
2: gebied met slijtage op de nokkenas van de motorrem



3: lagerbus van de nokkenas van de motorrem met slijtagegebied en oliegroef in het midden.



4: resultaat van ruwheidsmetingen aan het loopvlak van het lager van de nokkenas van de motorrem.



5: Schematische weergave van de 'pin-on-disc'-test (links). De grafieken tonen typische voorbeelden van de wrijvingscoëfficiënt (a) en de slijtage (b) als functie van de testduur weergegeven (rechts).

Dit is geïllustreerd in figuur 2, waar te zien is dat er materiaal, afkomstig van het lager, op de as is overgedragen. Ook in de lagerbus is schade waarneembaar (zie foto 3).

De schade heeft invloed op de wrijving. Dat kan worden aangetoond aan de hand van een oppervlakteprofiel, gemeten met een confocaalmicroscop in de lengterichting van de as over de loopvlakken van het lager. De eerste

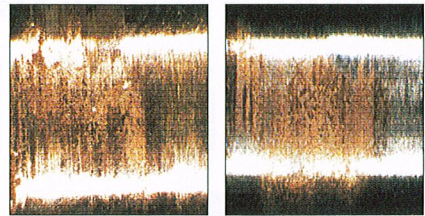
en laatste twee mm van de meting zijn vericht op het onaangetaste oppervlak van de as. Aan de randen van de loopvlakken bevinden zich dalen die veroorzaakt zijn door slijtage en materiaaloverdracht van de lagerschaal op de as.

Bij het volgende onderzoek naar de mogelijke verbetering van de tribologische eigenschappen zijn vijf combinaties getest door middel van een 'pin-on-disc', ontwikkeld door TNO. Bij deze test is met verschillende oppervlaktedrukken gewerkt, namelijk 40 en 80 MPa. Bij test 1 is bij beide oppervlaktedrukken slijtage en materiaaloverdracht geconstateerd, terwijl dat bij de gecoate assen niet het geval was.

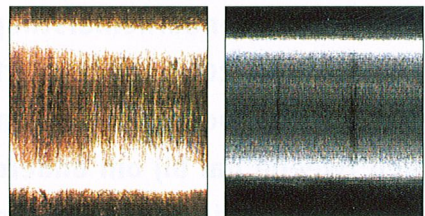
Gem. wrijvingscoëfficiënt - Bij een oppervlaktedruk van 40 MPa en gebruik van een standaard lagermateriaal (test 1, 2 en 3) leidt toepassing van beide coatings tot een beperkt verhoogde gemiddelde wrijvingscoëfficiënt. Wanneer het tegenloopvlak wordt veranderd (koolstofstaal in plaats van lagermateriaal) laten de coatings verschillende resultaten zien: de nanocompositelcoating levert in combinatie met het koolstofstaal een wrijvingscoëfficiënt op van eenderde van de DLC-laag. Bij een oppervlaktedruk van 80 MPa en gebruik van een standaard lagermateriaal (test 1, 2 en 3) leidt toepassing van beide coatings, in tegenstelling tot de situatie bij 40 MPa, tot een lagere wrijvingscoëfficiënt.

Slijtage - Bij de lagere oppervlaktedruk van 40 MPa en gebruik van een standaard lagermateriaal is het effect van de coatings nihil ten opzichte van de niet gecoate as. Echter, wanneer het standaard lagermateriaal door een koolstofstaal wordt vervangen, is de slijtage substantieel lager.

Bij een oppervlaktedruk van 80 MPa en gebruik van een standaard lagermateriaal (test 1, 2 en 3) leidt toepassing van beide coatings tot verlaging van de slijtage ten opzichte van de ongecoate situatie. Ook laat de ongecoate situatie een duidelijk hogere slijtage zien bij 80 MPa ten opzichte van 40 MPa oppervlaktedruk. Een voorbeeld van de invloed van een coating op het slijtagegedrag is te zien op foto 6 en 7.



Slijtagepatroon op lagerschaal van standaard lagermateriaal en as van koolstofstaal zonder coating na de pin-on-disc test.



Slijtagepatroon op lagerschaal van standaard lagermateriaal en een as van met DLC-coating na de 'pin-on-disc'-test.

Het meest opmerkelijke resultaat wordt gevonden bij test vier. Hier is geen speciale lagerbus in de tuimelaar toegepast, maar alleen een nanocompositelcoating op de tuimelaar-as. Dit systeem heeft de laagste wrijvingscoëfficiënt en slijtage van de geteste materiaalcombinaties en de twee verschillende contactcondities. Naast de geringe wrijving heeft dit systeem bovendien de potentie om kosten te verlagen door vermindering van het aantal componenten.

### Bedrijfszekerheid

Dit onderzoek toont aan dat toepassing van DLC-coatings niet alleen de bedrijfszekerheid kan verhogen en het brandstofverbruik reduceren, maar dat door reductie van componenten de kostprijs niet hoeft te stijgen. Daarnaast laat dit onderzoek zien, dat bij toepassing van coatings het gehele ontwerp en tribologisch systeem onderzocht dient te worden om tot een optimaal resultaat te komen, zowel tribologisch als kostentechnisch. DAF past momenteel de standaard DLC-coating toe. Deze voldoet aan de strenge DAF-betrouwbaarheidseisen. De nieuwe RUG-coating zal zeker worden meegenomen door DAF in de evaluatie van coating-oplossingen wanneer deze eenmaal als standaard wordt aangeboden.

\* Resp. TNO Industrie en Techniek, NIMR, RU Groningen en Daf Trucks.