



Oppervlakken ijswerend maken via nieuwe lasertechnologie

02 december 2022, 09:42

Olivier Malek

Heel wat onderdelen lijden performantieverlies als gevolg van ijsvorming. Er zijn verschillende technologieën beschikbaar om oppervlakken te 'wapenen' tegen ijs- of rijmvorming. Ook op dit vlak blijken micro- en nanostructureren met de laser potentieel te bieden.

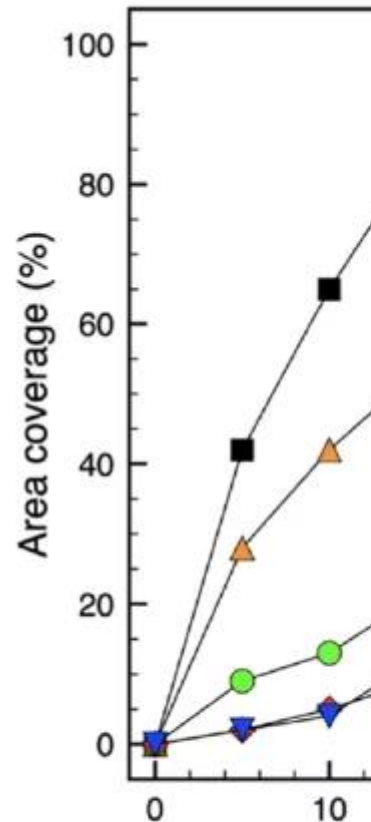
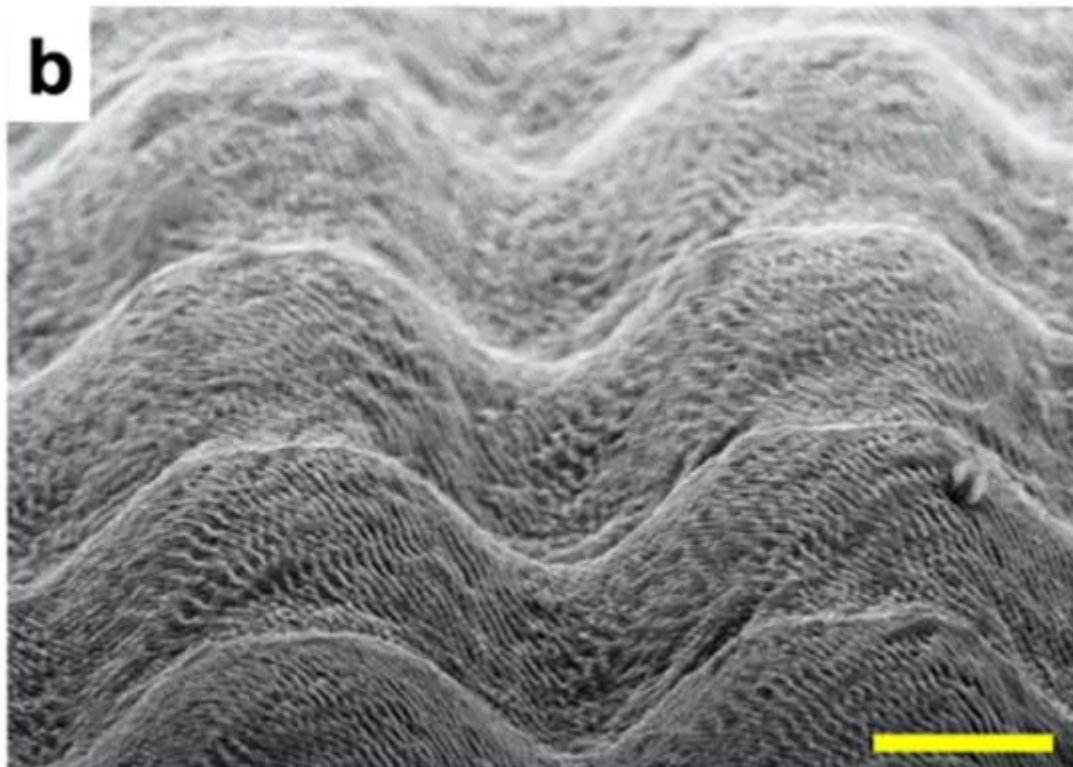
De vorming van ijs op onderdelen van airco's of vliegtuigvleugels, om er maar enkele te noemen, resulteert in een daling van de performantie, bijvoorbeeld van het koel- en vliegvermogen. Tal van applicaties zijn er dus bij gebaat dat ijsvorming wordt voorkomen of vertraagd. Naast het gebruik van coatings heeft recent onderzoek aangetoond dat er ook potentieel zit in het micro- en nanostructureren van oppervlakken. Naast de ijswerendheid zijn deze structuren ook beter bestand tegen abrasie.

Zulke structuren kunnen gemaakt worden met een nieuw soort lasertechnologie - femtosecondelasers, waarvan het vermogen alsmaar stijgt naarmate deze technologie evolueert en meer rijp wordt. De techniek laat toe materialen te structureren zonder noemenswaardige hittede schade die wel bij traditionele nanosecondelasers optreedt.

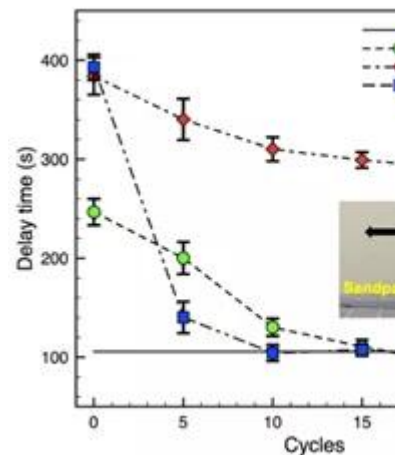
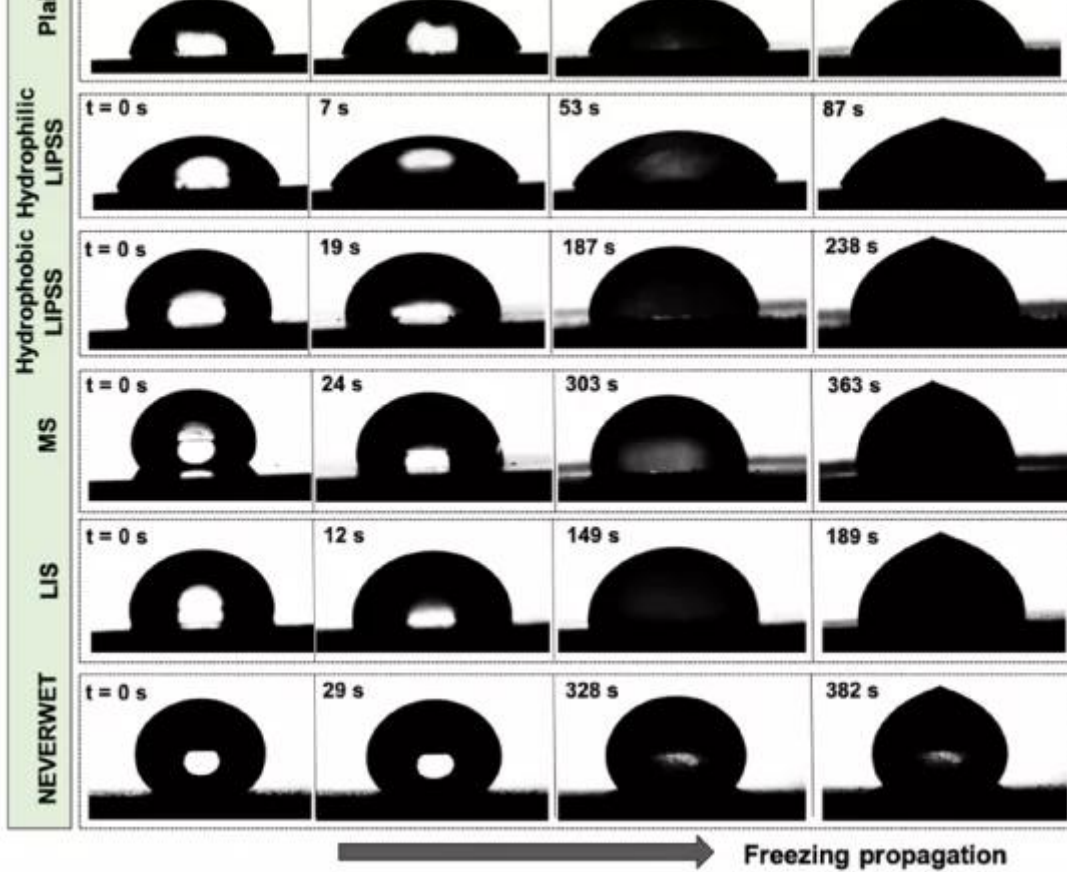
Werking

IJsvorming is complex. Waterdruppels kunnen bevriezen, maar ook kan er rijm ontstaan, gewoon uit waterdamp uit de lucht. In een recent onderzoek heeft men een metalen oppervlak behandeld met verschillende technologieën om ijsvorming te bestuderen. Onderstaande figuur toont de groei van rijm op gepolijst roestvrij staal AISI 430 met een ruwheid van $Sa = 40$ nm dat verschillende oppervlaktebehandeling heeft gekregen: 'Plain' (zwart - gepolijst staal), 'LIPSS' (groen - femtolaser-geïnduceerde nanorimpels), 'MS' (rood - micro- en nano-structurering van femtolaser), 'LIS' (geel - siliconenolie van Sigma-Aldrich), NeverWet R (blauw - state-of-the-art anti-icing-coating van Rust-Oleum). Na verloop van tijd komt er rijm op elk oppervlak voor, maar de vorming ervan wordt vertraagd op de behandelde oppervlakken, waarbij het micro- en nanogetextureerde oppervlak (MS) even performant is als de commerciële coating. De aangroei van rijm kan dus via texturering worden vertraagd met 10-tallen minuten (< 1 uur), vooraleer hetzelfde bedekkingsniveau is gehaald als op een niet-behandeld oppervlak.

Voorgaand onderzoek heeft hier aangetoond dat de nanostructurering bovenop microstructurering een belangrijke rol speelt. Enkel microstructurering kan zelfs



Links : Een micro en nanogestructureerd oppervlak (MS) (gele bar is $10 \mu\text{m}$); rechts: rijmvorming (% oppervlak) in functie van tijd op verschillende oppervlakken. Het groeit het traagst op een MS oppervlak.



Links: het bevroren van een druppel op de verschillende onderzochte oppervlakken (zie tekst)

Wat nu met andere vormen van ijsvorming, regen of vloeibaar water dat aanvriest? Ook hier is een vertraging gezien. Het duurt langer op een micro- en nanogetextureerd oppervlak vooraleer de druppel bevroren is. Waar op een vlak stalen oppervlak de druppel bevroren is na 115 sec. duurt het op een MS-getextureerd oppervlak 360 sec., tot drie keer zo lang dus. Bovendien zouden MS oppervlakken getuned kunnen worden naar superhydrofobiciteit, zodat regendruppels ervan af kunnen rollen (parelend effect).

Duurzaamheid

Hoe lang gaan deze oppervlakken mee als ze worden blootgesteld in een abrasief medium? Dit is getest door met schuurpapier over het oppervlak te gaan. Als functie van het aantal schuurbewegingen is dan de tijd opgemeten die nodig is voor de druppel om te bevroren. Men ziet dat de druppels nu sneller bevroren, maar in vergelijking met bijvoorbeeld Neverwet is het MS oppervlak beter bestand tegen abrasie. Deze MS structuren zijn ook vrij van nanopartikels

Als conclusie kunnen we stellen dat nano- en microgetextureerde oppervlakken potentieel hebben naar ijswerendheid toe. Het voordeel is terug te vinden in een vertraagde rijmaangroei of het bevroren van het aanwezige water. Ook hebben deze oppervlakken een zekere slijtvastheid.

Zulke oppervlakken kunnen gemaakt worden met ultrakort gepulste lasers (UKL, femtolaser, 10-15 s). Bij Sirris beschikken we een femtoseconde-laserplatform voor het structureren van oppervlakken, zodat deze nieuwe of verbeterde functionaliteit vertonen. Heeft u vragen over deze

technologie? We staan u graag te woord! Naast het behandelen van oppervlakken kunt u bij ons ook terecht voor ijstesten in onze klimaatkamer ([link](#)) of voor meer informatie over coatings.

Deze blogpost werd gepubliceerd in het kader van het [COOCK-project SURFACESCRIPT](#).

Bronnen

- Anti-icing properties of femto-second laser-induced nano and multiscale topographies, A. Gaddam et al., Applied Surface Science 552, p. 149443 (2021)
- Low Ice Adhesion on Nano-Textured Superhydrophobic Surfaces under SuperSaturated Conditions, Srinivas Bengaluru Subramanyam et al. , Appl. Mater. Interfaces 8, p. 12583-12587 (2016)

Auteurs



Olivier Malek