Femtosecond-lasertexturering voor ijsbestrijding op oppervlakken

17 november 2025, 10:44

Felipe Baroni

Een doorbraak in passieve ijspreventie

IJsvorming op blootgestelde structuren zoals vliegtuigvleugels, windturbinebladen, pijpleidingen of offshore olieplatformen blijft een hardnekkige uitdaging in koude omgevingen. Klassieke ijsverwijderingstechnieken via verhitting of met chemische middelen zijn energie-intensief, duur en problematisch voor het milieu. Bij Sirris bestuderen we femtosecond-lasertexturering om oppervlakken te ontwerpen die ijsvorming op natuurlijke wijze vertragen of voorkomen.

Hoe ijsvorming ontstaat

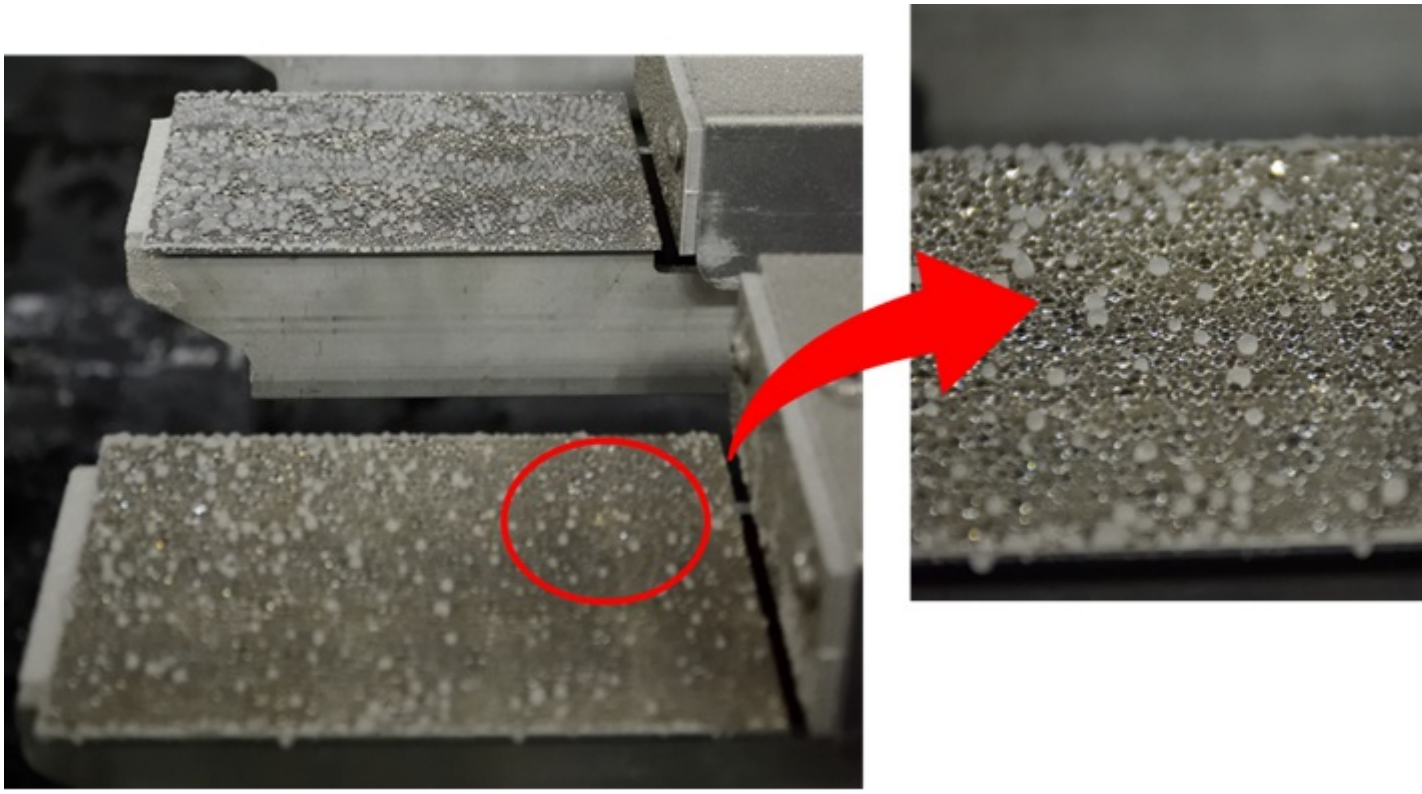
IJs ontstaat wanneer waterdruppels bevriezen of waterdamp condenseert. Om dat te beletten, moeten we inzicht krijgen in het begrip 'bevochtigbaarheid' hoe water interageert met een oppervlak.

Een druppel kan zich over het oppervlak verspreiden (hydrofiel), er pareltjes op vormen (hydrofoob) of het nauwelijks aanraken (superhydrofoob). Er zijn twee toestanden die dat gedrag

verklaren:

- Wenzel-toestand: de vloeistof bevochtigt het ruwe oppervlak
- Cassie-Baxter-toestand: de vloeistof rust gedeeltelijk op luchtbelletjes, die het contact beperken

Een stabiele Cassie-Baxter-toestand is cruciaal voor ijsbestrijding. Als de druppels er snel afrollen, blijven ze minder lang liggen om aan te vriezen.



Figuur 1 toont dat effect: supergekoelde druppels bij -20 °C blijven rond en beweeglijk dankzij ingesloten luchtbelletjes, terwijl andere al beginnen aan te vriezen. Een visueel bewijs van vertraagde kernvorming.

Als waterdamp de vijand wordt

Zelfs een superhydrofoob oppervlak is niet automatisch ijsafstotend. Ook damp kan ijs vormen door vorst of condensatie. Een andere factor speelt hier mee, namelijk **ijsaanhechting**. Hoe zwakker de binding tussen ijs en oppervlak, hoe gemakkelijker natuurlijke krachten zoals wind of trillingen het ijs kunnen wegwerken.

Bij Sirris combineren we femtosecond-lasertexturering met oppervlaktechemie om zowel ijsvorming als ijsaanhechting tegen te gaan. De laser genereert micro- en nanostructuren, zoals zuiltjes of LIPSS (Laser-Induced Periodic Surface Structures), terwijl coatings de oppervlakte-energie en het vriesgedrag optimaliseren. Die synergie vermindert de kernvorming en aanhechting van ijs bij vrieskoude.

Tests in werkelijke koude omstandigheden

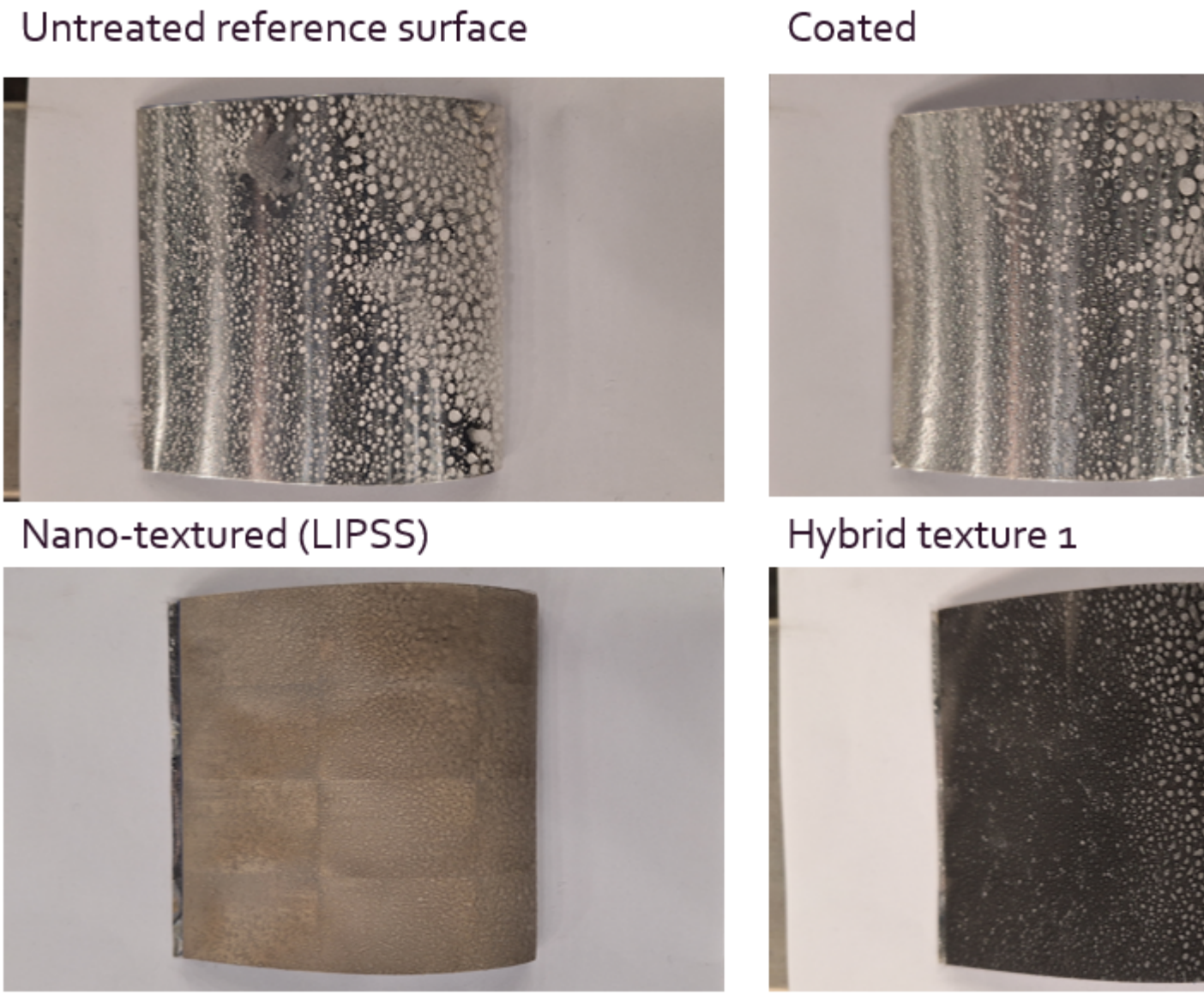
Om de prestaties van lasergetextureerde oppervlakken op het vlak van ijs te evalueren, voerde Sirris in samenwerking met het **OWI Lab (Antwerpen)** een reeks experimenten uit in hun geavanceerde klimaatkamer. Het doel bestond erin het effect van verschillende oppervlakte-ontwerpen op ijskernvorming en ijsaanhechting in realistische, gecontroleerde omstandigheden te meten.

De testcampagne omvatte verschillende soorten monsters:

- Onbehandelde referentieoppervlakken
- Zuiver gecoate oppervlakken
- Microgetextureerde monsters
- Nanogetextureerde monsters (LIPSS)
- Hybride textuurcombinaties van laser en coating

Bij gecontroleerde tests bij vriestemperaturen werden de monsters blootgesteld aan onderkoelde druppels en herhaalde rijpvormingscycli. Waarnemingen toonden aan dat getextureerde en hybride oppervlakken de verspreiding van rijp langer vertraagde dan onbehandelde of gecoate referentieoppervlakken.

Bij sommige ontwerpen was de ijsvorming trager en de ijsaanhechting zwakker. Dat wijst op een gunstig effect van texturering op micro- en nanoschaal en de combinatie ervan met chemische modificatie.



Figuur 2 toont de monsters 15 minuten na de test. Merk hierbij op dat LIPSS eruit springt als beste textuur om ijsvorming te vertragen, terwijl de gecoate en controlemonsters meer ijsafzetting vertonen.

Hoewel het nog gaat om voorlopige resultaten, bevestigen de trends de theorie: lasergeïnduceerde topografie en chemische controle kunnen aanvriezing aanzienlijk vertragen en ontijzing vergemakkelijken.

Van labo naar industriële schaal

De implicaties reiken ver voorbij het laboratorium. Lasergetextureerde oppervlakken kunnen de veiligheid en efficiëntie verbeteren in de volgende sectoren:

- **Luchtvaart:** ijsvorming op vleugels voorkomen
- **Windenergie:** turbinebladen vorstvrij houden
- **Transport:** kritieke infrastructuur beveiligen
- **Offshore-activiteiten:** onderhoud verminderen bij slecht weer

Sirris wil deze technologie opschalen voor industrieel gebruik met aandacht voor precisie, herhaalbaarheid en kostenefficiëntie. Ons doel op lange termijn bestaat erin passieve ijsbestrijding

rechtstreeks te integreren in componenten, voor een verbeterde energie-efficiëntie en een langere levensduur.

Via onze samenwerking met OWI Lab, slaan we een brug tussen wetenschappelijke innovatie en technische praktijk en wordt betrouwbare, passieve ijsbestrijding sneller industriële realiteit.

Samenvatting

Femtosecond-lasertexturering maakt oppervlakken mogelijk die ijsvorming van nature tegengaan. Door micro- en nanopatronen af te stellen en te combineren met coatings, ontwikkelt Sirris duurzame alternatieven voor energie-intensieve ontijzingssystemen. De eerste tests bevestigen het grote potentieel voor industriële toepassingen.

Besluit

De strijd tegen ijs gaat een nieuwe fase in. Met femtosecond-lasertexturering bewijst Sirris dat passieve, duurzame ijsbestrijding mogelijk is. Voortgezet onderzoek en tests zullen die technologie verfijnen en complexe wetenschap omzetten in praktische en schaalbare innovatie voor industrieën in koude omgevingen.

*Dit artikel werd gepubliceerd in het kader van het **BBBC project, met de steun van de FOD Economie**.*

Ontdek het FEMTOFUNC-project

Lees meer over ons onderzoeksproject over femtosecond-lasertexturering voor oppervlaktefunctionaliteit.

Ontdek het FEMTOFUNC-project

Meer weten over hoe uw producten in koude omstandigheden beter kunnen presteren met femtosecond-lasertexturering?

Neem contact op met onze experts in oppervlaktetechniek om oplossingen op maat voor uw toepassing te bespreken.

Neem contact op

Auteurs

Felipe Baroni