



Un nouveau procédé laser atténue la formation de glace sur les surfaces

01 décembre 2022, 08:46

Olivier Malek

Beaucoup de pièces subissent une perte de performance suite à la formation de glace sur leur surface. Plusieurs procédés permettent de protéger les surfaces contre la formation de glace ou de givre. La micro/nano-structuration au laser montre un potentiel à cet égard.

La formation de glace sur des pièces de climatiseurs ou les ailes des avions, pour ne citer que deux exemples, entraîne une réduction des performances, par ex. de la capacité à refroidir ou à voler. Beaucoup d'applications pourraient ainsi être améliorées si on pouvait bloquer ou atténuer la formation de glace. Parallèlement à l'utilisation de revêtements de surface, une récente étude a montré que la micro/nano-structuration des surfaces peut également être efficace. En plus de freiner la formation de glace, ces structures de surface augmentent aussi la résistance à l'abrasion. Elles sont réalisées à l'aide d'un nouveau procédé laser : le laser femtoseconde, dont la puissance ne fait qu'augmenter avec le perfectionnement et la maturation du procédé. Celui-ci permet de structurer des matériaux sans induire de dégradation thermique notable, comme c'est le cas avec les lasers nanoseconde traditionnels.

Principe

La formation de glace est un phénomène complexe. Des gouttes d'eau peuvent geler, mais il peut aussi se former du givre, simplement à partir de la vapeur d'eau dans l'air. Une étude récente a examiné la formation de glace sur des surfaces métalliques traitées par différents procédés. La figure ci-dessous montre l'apparition de givre sur de l'acier inoxydable AISI 430 poli (rugosité $S_a = 40$ nm) ayant subi différents traitements : acier poli (Plain/noir), nano-ridules créées par femtolaser (LIPSS/vert), micro/nano-structuration par femtolaser (MS/rouge), huile de silicone de Sigma-Aldrich (LIS/jaune) et revêtement anti-glace de pointe de Rust-Oleum (NeverWetR/bleu). On voit que toutes les surfaces finissent par se couvrir de givre après un certain temps, mais le givrage est plus lent sur les surfaces traitées. La surface micro/nano-texturisée (MS) est tout aussi performante que le revêtement commercial. La texturation permet donc de freiner le givrage de plusieurs dizaines de minutes (< 1 h), avant d'atteindre le même niveau de recouvrement que la surface non traitée.

Cette étude indique qu'il est essentiel de combiner nano et micro-structuration, car une micro-structuration seule (sans nano-structuration) pourrait au contraire avoir l'effet inverse de freiner le givrage.

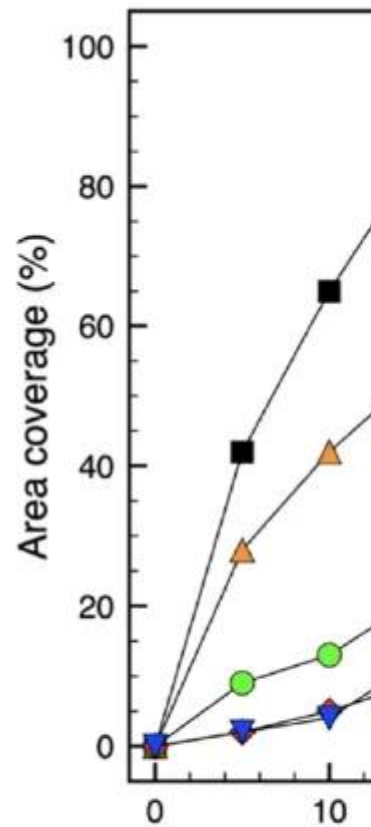
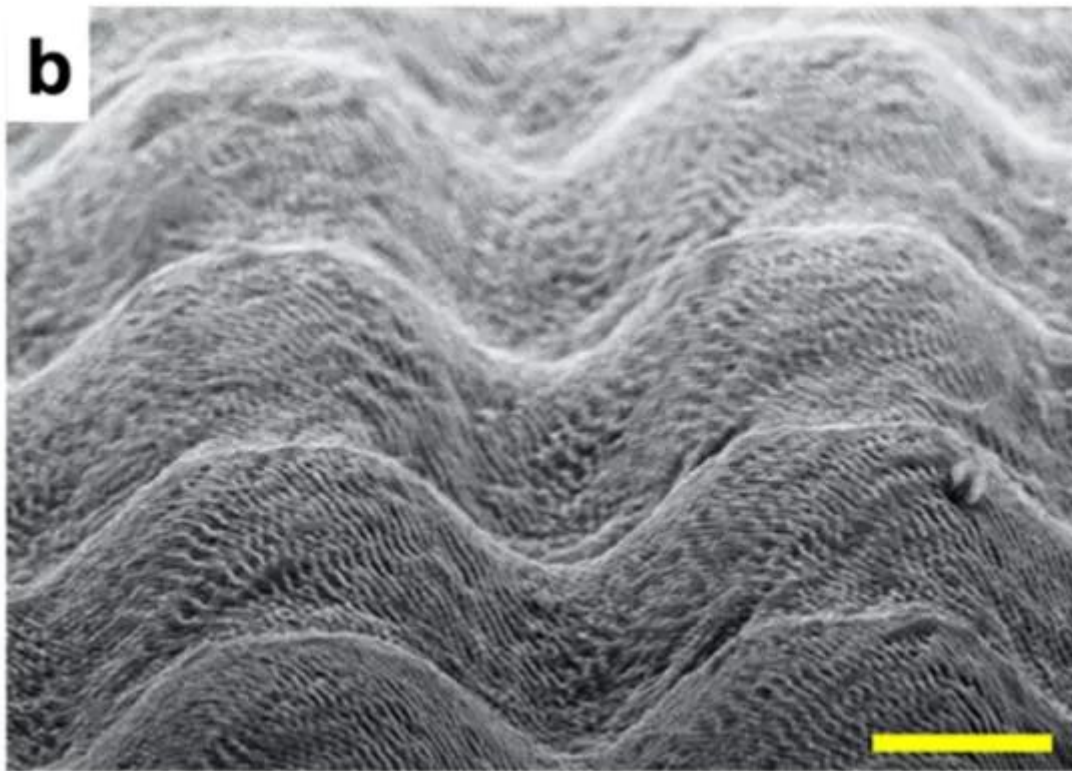
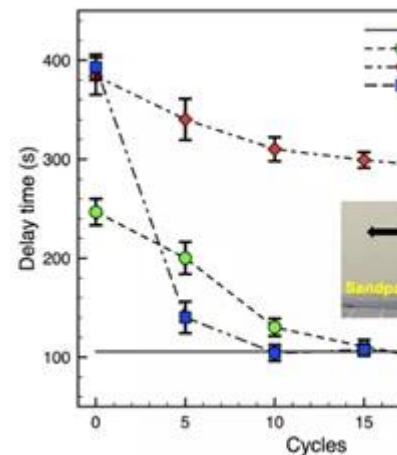
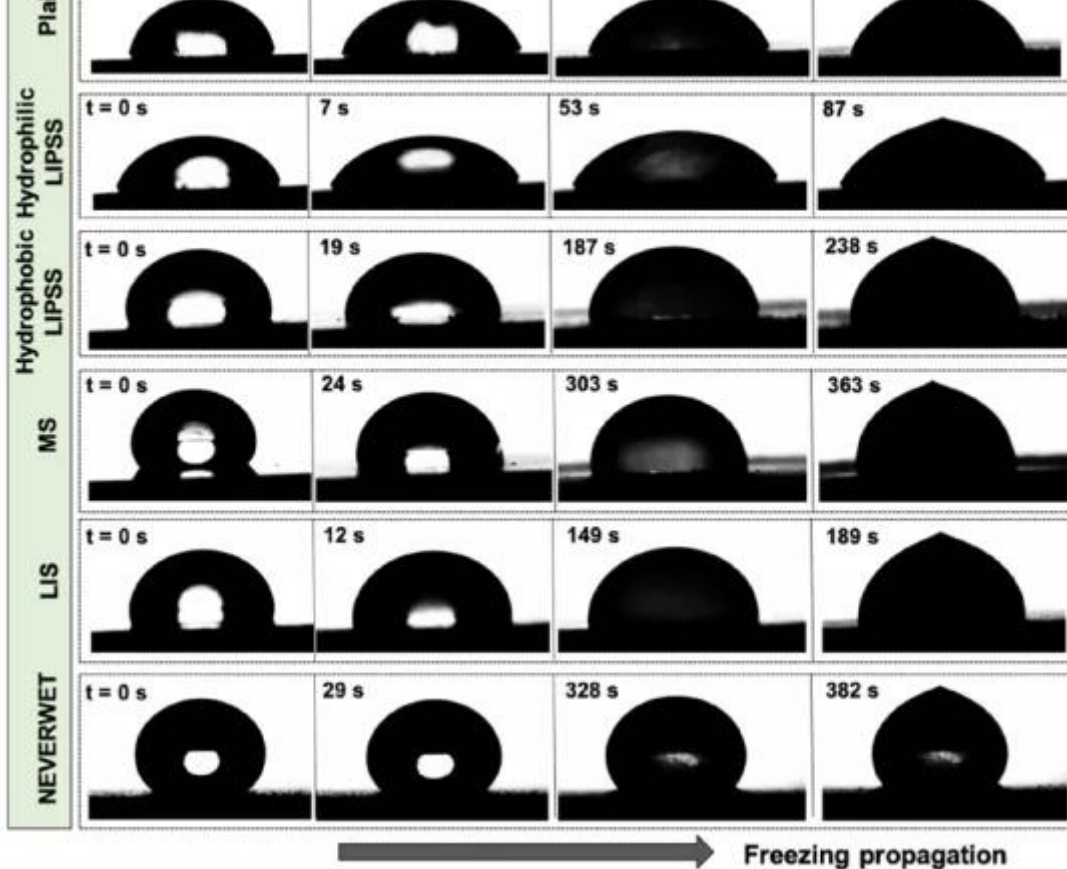


Illustration (à gauche) d'une surface micro/nano-structurée « MS » (trait jaune = 10 μ m) et évolution dans le temps (à droite) du givrage (% de la surface couverte) d'une surface acier ayant subi divers traitements. Le givrage est le plus lent sur la surface « MS ».



Congélation d'une goutte (graphe de gauche) sur les surfaces étudiées (voir texte).

Les traitements de surface ont-ils aussi un impact sur la formation de glace à partir de gouttes d'eau ou de pluie ? Ici aussi, on observe un ralentissement. Le temps nécessaire à la congélation d'une goutte sur une surface micro/nano-texturisée est plus long. Alors que la goutte gèle après 115 sec sur une surface en acier lisse, cela prend 360 sec sur une surface MS-texturisée, soit environ 3 fois plus longtemps. De plus, il est possible de rendre les surfaces MS hyper hydrophobes de façon à ce que les gouttes de pluie s'évacuent toutes seules, simplement en roulant (effet perlant).

Durabilité

La texturation des surfaces influence-t-elle aussi leur résistance à l'usure en milieu abrasif ? Cela a été testé en frottant un papier de verre sur la surface, puis en mesurant la vitesse de congélation d'une goutte en fonction du nombre de passages du papier abrasif. Les résultats montrent que l'abrasion accélère la congélation des gouttes, mais que la surface MS-texturée résiste mieux à l'abrasion comparé par ex. au revêtement Neverwet. Ces structures MS sont également exemptes de nanoparticules.

En conclusion, on peut dire que les surfaces micro/nano-texturées montrent un potentiel pour freiner la formation de glace. L'effet positif s'observe à la fois contre le givrage et la congélation d'eau liquide. Ces surfaces montrent également une bonne résistance à l'usure.

Ces surfaces texturisées s'obtiennent à l'aide de lasers à impulsions ultra-courtes (femtolasers, 10-15 s). Sirris possède une plateforme laser femtoseconde qui permet de texturer les surfaces dans le but d'améliorer leurs fonctions ou de leur en conférer de nouvelles. Si vous avez une question sur cette technologie, nous sommes à votre écoute ! Vous pouvez venir chez nous pour réaliser des traitements de surfaces, des tests de formation de glace dans notre chambre climatique (lien), ou pour plus d'informations sur les revêtements.

Cet article de blog a été publié dans le cadre du [projet COOCK SURFACESCRIPT](#).

Sources

- 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