

Analyse de l’impact environnemental de l'usinage cryogénique

02 juin 2020, 02:00

Tom Jacobs

On se demande parfois dans quelle mesure le refroidissement cryogénique est respectueux de l'environnement. Les gaz utilisés sont en effet un consommable, contrairement aux autres réfrigérants qui peuvent être réutilisés. Le traitement cryogénique offre bel et bien des avantages environnementaux intéressants. L'impact environnemental de l'ensemble du processus de refroidissement cryogénique est beaucoup plus faible que celui du refroidissement conventionnel.

Pour le refroidissement cryogénique pendant l'usinage, des gaz à haute pression sont utilisés. Cette (chute de) pression provoque un fort refroidissement du gaz. Avec le CO2, la température tombera à -78 °C en cas d'expansion, et avec l'azote liquide, la température sera encore 100 °C plus basse. La capacité de refroidissement est donc énorme. Pendant l'usinage, des copeaux se forment lorsque le matériau est fluidifié. Pour arriver à ce point (la formation d'un copeau), les températures doivent donc s’élever considérablement.

Outre leurs propriétés de refroidissement, les gaz utilisés sont également totalement neutres. Ils n'ont donc aucun impact chimique sur le produit ou sur les humains. Le CO2 et l'azote sont tous deux des gaz présents dans l'air. Le CO2 utilisé est capté comme sous-produit d'autres processus industriels et ne doit donc pas être produit spécialement. Contrairement à ce qui se passe en cas d’emploi de liquides de refroidissement conventionnels à base d'huile, il n’est pas nécessaire de

nettoyer un produit métallique après son traitement. Seul un processus de séchage peut être nécessaire pour traiter les matériaux sensibles à la corrosion. Des traces d'eau peuvent en effet persister en raison d'une éventuelle formation de glace.

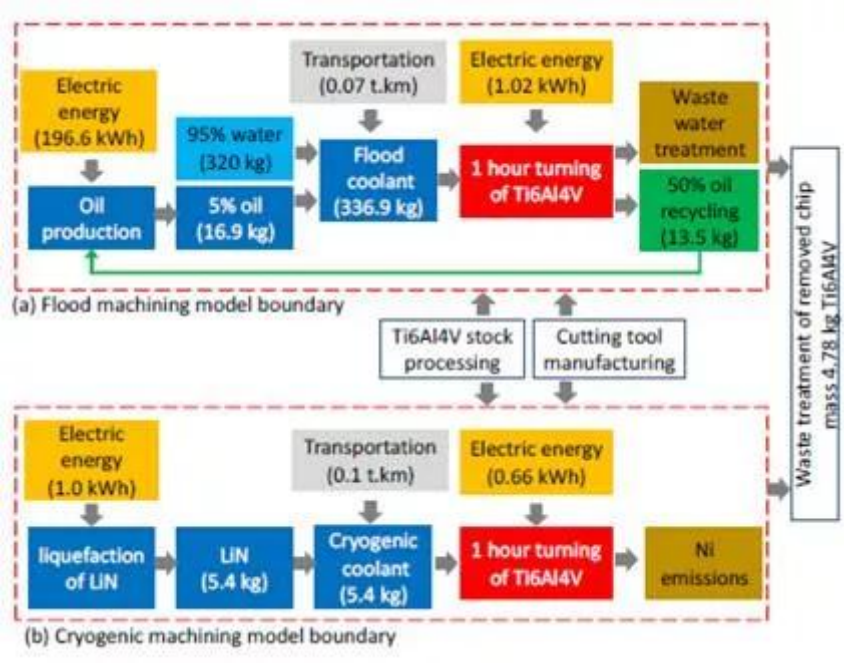
Toutefois, on se demande parfois si le refroidissement cryogénique est vraiment respectueux de l'environnement lorsqu'il est mis en balance avec un refroidissement par émulsion ; celui-ci peut en effet souvent être réutilisé. Les gaz cryogéniques ne peuvent être utilisés qu'une seule fois.

Comparaison des méthodes de refroidissement

Un article de l'Université de Montréal (Canada) datant de 2018, intitulé « Characterization of machinability and environmental impact of cryogenic turning of Ti-A6l-4V », a établi une comparaison intéressante à ce sujet. Le refroidissement cryogénique était comparé au refroidissement à l'aide une émulsion classique lors du tournage d'un alliage de titane standard. Outre les avantages observés en termes d'usure des outils (améliorations jusqu'à 50% dans des conditions égales) et de rugosité (valeurs Ra jusqu'à 19% inférieures dans des conditions égales) des produits, une analyse LCA (life cycle assessment, évaluation du cycle de vie) complète également été réalisée. Dans une telle LCA, tous les impacts environnementaux potentiels sont identifiés tout au long du cycle de vie du processus. La comparaison ne se limite donc pas seulement au temps de tournage, mais elle s'intéresse aussi à l'élaboration des outils, au liquide de refroidissement et au recyclage éventuel. Toutes les étapes sont comptées via un score standardisé (l'indicateur Eco-99).

La figure suivante, tirée de cet article, donne un aperçu des deux méthodes de refroidissement et de leur impact. La plus grande différence se situe au niveau de la production de pétrole brut. Il s'agit d'un processus très peu respectueux de l'environnement. Le tournage de titane peut en outre

liquent des températures plus
s est donc rendu plus productif.



Comparaison entre les différents aspects dans les deux méthodes de refroidissement

Des calculs détaillés montrent que l'impact environnemental (exprimé en « millipoint », mPt) de l'ensemble du processus dans le refroidissement cryogénique est jusqu'à près de 60 fois inférieur à celui du refroidissement conventionnel. C'est ce que montre le tableau récapitulatif suivant.

Activity	Flood (mPt)	Cryogenic (mPt)
Lubricant production	5.22E+00	2.80E-02
Machining of Ti-alloy	6.20E-02	3.93E-02
Lubricant waste treatment	1.26E+00	0.00E+00
Recycled Lubricant (product)	-2.61E+00	0.00E+00
Total single score	3.94E+00	6.73E-02

Tableau récapitulatif

Conclusion

En conclusion, le refroidissement cryogénique peut non seulement offrir des avantages en termes d'usure, de productivité et de finition (rugosité), mais il s'agit aussi d'une méthode neutre et écologique qui offre d'autres avantages. Non seulement l'impact sur l'environnement est positif, mais diverses études indiquent que les opérateurs s'exposent à des risques sanitaires s'ils inhalent un peu de vapeurs d'huile pendant des années. S'ils sont souvent inconnus et ne sont perceptibles qu'à long terme, ces effets n'en sont pas moins présents. Si l'on utilise des gaz neutres, tels que le CO2 ou l'azote, ce problème ne se pose pas.

Vous aimeriez découvrir si cette technologie est intéressante pour votre application ? N'hésitez pas à nous contacter !

Source

2018, Characterization of machinability and environmental impact of cryogenic turning of Ti-A6l-4V, A. Damir, A. Sadek, H. Attia, McGill University, Montreal, Canada

Auteurs



Tom Jacobs