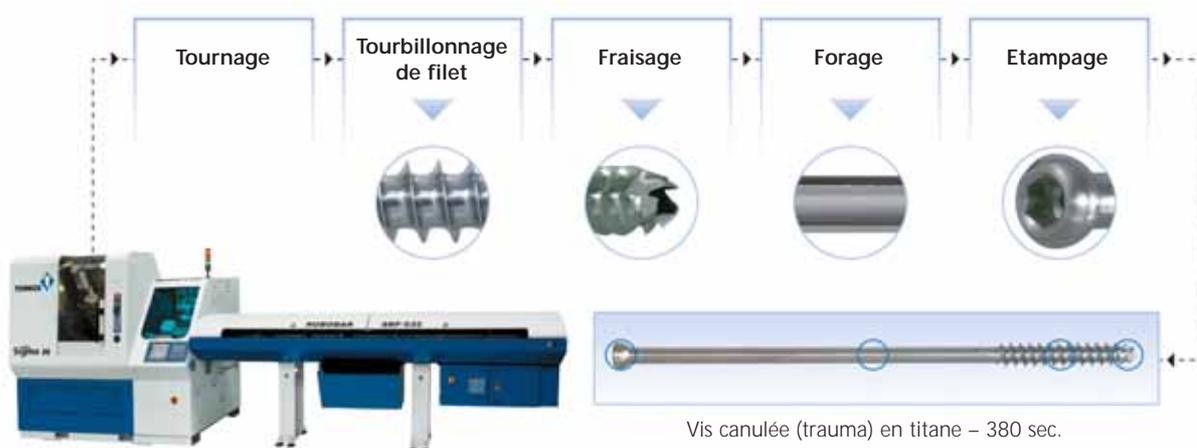


UN MÉTAL AUSSI FASCINANT QUE DIFFICILE À USINER

Le titane (Ti) est un des métaux qui par ses propriétés fait fureur dans bien des branches. Ses nombreux avantages font de lui un matériau apprécié pour des pièces dans l'aéronautique, le médical ou encore les loisirs. Cependant, l'usinage de ce métal n'est pas si évident et nécessite souvent des temps d'usinage assez importants et un outillage coûteux.



Avec une densité de 4.51 grammes/cm³, le titane est plus lourd que l'aluminium (2,7 g/cm³), mais bien plus léger que le fer (7.8 g/cm³). C'est donc un métal relativement léger, résistant extrêmement bien à la corrosion et son point de fusion est avec 1660°C un peu plus haut que le fer (1535°C), mais nettement plus élevé que l'aluminium (658°C). Un facteur qui distingue le titane d'autres matériaux est le fait qu'il garde sa stabilité même à des températures relativement élevées. Le titane est reconnu comme étant biocompatible, donc apte à servir comme matériel de base entre autres pour des vis et implants médicaux, utilisations qui sont aujourd'hui cependant quelque peu contestées.

Un peu d'histoire

La littérature présente le révérend William Gregor, minéralogiste et chimiste britannique, comme la personne ayant découvert et décrit pour la première fois en 1791 ce métal. Il isole ce qu'il nomma du sable noir, connu aujourd'hui sous le nom d'Ilménite. Martin Heinrich Klaproth, professeur en chimie analytique à l'Université de Berlin, identifia ce même métal quatre années plus tard indépendamment de Gregor. Klaproth donna son nom actuel de «Titane» à ce métal en se référant à la mythologie grecque, tout en ignorant alors totalement ses propriétés physico-chimiques. Mais c'est seulement en 1910 que Matthew Albert Hunter, chercheur à l'Institut

Polytechnique de Rensselaer (NY, USA) fut capable de produire du titane pur à 99%. Il fallut ensuite attendre jusqu'en 1939, année durant laquelle Wilhelm Justin Kroll, métallurgiste et chimiste luxembourgeois et consultant à l'Union Carbide Research Laboratory de Niagara Falls (New York), développa un procédé industriel de production du titane par réduction du minerai avec du magnésium (une réduction est un procédé par lequel le métal est extrait d'un oxyde qu'il renferme en éliminant l'oxygène).

Sur terre, le titane n'est pas une substance rare. Il est le dixième élément le plus abondant de la croûte terrestre, dont la teneur moyenne est de 0,63%. Le charbon, les plantes et même le corps humain en contiennent également. Le titane se trouve par ailleurs dans les météorites, le soleil et les étoiles de type M. Les roches ramenées depuis la lune par la mission Apollo 17 sont composées à 12,1% de TiO_2 .

L'aéronautique, premier consommateur de titane

La fluctuation de la demande en aéronautique, chimie et énergie étant cyclique, il est un fait que le marché du titane est soumis à de fortes variations. Les applications de nature stable tels les loisirs, le bâtiment ou autres ne permettent pas de compenser ces fluctuations. L'aéronautique demeure cependant le segment homogène représentant le plus gros débouché pour le titane métal. Les utilisations principales concernent les turbines d'hélicoptères, les structures et les moteurs d'avions. Pour l'énergie et la chimie, le titane est utilisé dans les usines de dessalement, de production de chlore et de chlorate, des papeteries ou des échangeurs de chaleur.

Un dispositif d'extinction s'impose

Le titane est considéré comme un métal ayant une résistance mécanique importante et une bonne ductilité dans les conditions standard de température. Sa résistance spécifique (rapport résistance à la traction/densité) surclasse l'aluminium et l'acier. Cependant, l'usinage de ce métal se présente plutôt comme difficile.

Un des problèmes réside dans le fait que lorsque le titane est sous forme métallique divisée, il est très inflammable. Ceci signifie que ses copeaux s'enflamment facilement. Du coup, lors de l'usinage de pièces en titane, un réel risque d'incendie existe. Tornos, disposant d'une longue expérience dans l'usinage de ce métal, conseille vivement l'installation d'un dispositif anti-incendie à installer sur les tours en cas d'usinage prévu de titane. Il va de soi que Tornos est à



même d'équiper en option ses tours avec un tel dispositif.

Machines-outils et outillage adaptés

Une autre difficulté, majeure celle-ci, réside dans la formation de copeaux. François Champion, directeur de vente chez le fabricant d'outillage Applitec, explique: «la problématique est comparable à celle des alliages d'aciers inoxydables. A chaque fois, il faut, en se basant sur les expériences faites, rechercher l'outillage le mieux adapté. Une des difficultés dans l'usinage du titane réside dans la qualité de ce métal: une fois, il s'agit d'un alliage qui produit des copeaux extrêmement longs et difficiles à casser, une autre fois l'alliage à usiner produit des copeaux plutôt courts.» Il confirme ainsi les constats de Philippe Charles, spécialiste en la matière chez Tornos: «selon le type d'opérations, des copeaux longs ou courts se forment. L'utilisateur devra alors travailler avec un arrosage haute-pression et adapter la vitesse et les outils de coupe.» Et d'ajouter: «en cas de copeaux courts, la filtration de l'huile de coupe devient très importante.» François Champion le précise: «il n'y a pas un type unique d'outil de coupe propre à l'usinage du titane. Dans chaque cas, le décolleteur devra, selon l'alliage du métal et le type d'opération, choisir l'outil adéquat. Nous l'assistons bien sûr dans ce choix.»

Le métal étant relativement tendre, des marques peuvent facilement se former sur les pièces, défaut inacceptable dans la majorité des cas. Pour Philippe Charles, mis à part un arrosage à haute-pression pour enlever immédiatement et avec efficacité les copeaux, un canon tournant ou auto-ajustable aide à résoudre ce problème.

Il convient donc d'adapter à la fois sa machine-outils et son outillage. Tornos, disposant de plus de vingt années d'expérience, répond avec ses produits à ces demandes spécifiques.

Importantes recherches en cours

Dans le cadre d'un projet soutenu par la commission fédérale pour la technologie et l'innovation (KTI), l'institut Inspire SA, situé sur le site de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich EPFZ, travaille de manière poussée sur des recherches pour trouver des réponses aux questions d'usinage du titane. La recherche porte en premier lieu sur le fraisage de ce métal, mais Carl-Frederik Wyen, chercheur et responsable du projet, le confirme: «il est inévitable pour nous d'étudier également les questions inhérentes au tournage.»

La lame se désintègre

Une des particularités du titane est la capacité d'oxydation très rapide de sa surface. Ceci est un avantage dans le cas de rayures involontaires d'une surface en titane: l'oxyde se reforme spontanément en présence d'air ou d'eau et le métal fermera la «blessure» de manière rapide et efficace. Cette couche d'oxyde est intègre et très adhérente. Ce qui peut être un avantage en ce qui concerne la neutralité du métal s'avère un handicap lors de son usinage. En effet, l'outil de coupe devra enlever cette couche qui se reformera aussitôt. Mais il y a pire, comme l'explique Carl-Frederik Wyen: «si le matériel de la lame de coupe est basé sur un oxyde, comme par exemple l'oxyde de céramique, la capacité d'oxydation du titane est tellement vive qu'il va soutirer l'oxygène contenu dans la lame. Celle-ci s'effrite lentement.» Voilà une explication à la courte durée de vie de certains outils de coupe.

Le métal évite la lame

Une autre difficulté réside dans le faible module d'élasticité qui se situe entre 105 GPa et 120 GPa environ selon l'alliage (acier: entre 195 et 210 GPa). Ce faible module d'élasticité présente bien sûr des avantages dans l'utilisation de ce métal. Mais Carl-Frederik Wyen en sait plus: «cependant, lors de l'usinage, le titane a la fâcheuse tendance de «couler» autour de la lame, au lieu d'être enlevé. Une difficulté supplémentaire dans l'usinage de précision de ce métal.» Que faire? «Souvent les opérateurs des machines-outils pensent bien faire en se servant d'un outil de coupe ayant une lame bien tranchante. D'après les premiers résultats de nos recherches, nous pensons que l'angle de coupe doit être complètement revu et pourquoi pas arrondi.»

La durée du projet de recherche est fixée à deux ans. Carl-Frederik Wyen pense pouvoir présenter des conclusions d'ici la fin de l'année 2009.

Donc: affaire à suivre.

RM

Infos:

Inspire AG
Dipl.-Ing. Carl-Frederik Wyen
CLA F 33, Tannenstrasse 3
8092 Zurich
Tél. 044 632 68 04
wyen@inspire.ethz.ch
www.inspire.ethz.ch