

Aux limites de l'injection

>> Dans le cadre d'un travail de Bachelor, récompensé par le Prix Réseau plasturgie 2010, des chercheurs de l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg ont développé un processus de production de limes en céramique au moyen de l'injection de polymère chargé. Une collaboration avec le réseau de compétences MaCHoP et l'entreprise Dentsply Maillefer SA vise à adapter cette technique à la problématique d'une fraise dentaire jetable. Ces deux projets font l'objet d'une demande de dépôt de brevet.

Limes et fraises jouent un rôle important tant dans la production d'équipements à usage médical que dans le travail médical lui-même. Les spécificités du domaine médical font que l'outillage doit être régulièrement stérilisé. Depuis l'apparition du SIDA et de la maladie de Creutzfeld-Jakob, les procédures de stérilisation sont de plus en plus lourdes et agressives pour les outils et les matériaux qui les constituent. Les producteurs se doivent donc de recourir à des matériaux supportant ces procédures, ou se tourner vers des outils à usage unique.

Un matériau presque idéal

Dans le cadre d'un travail de Bachelor réalisé à l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de

Fribourg (EIA-FR), Jean-Marc Boéchat, Laure Lalande et Gabriele Bordoli se sont penchés sur l'injection de polymère chargé pour réaliser une lime en céramique. Le choix d'un matériau - biocompatible - s'est porté sur l'oxyde de zirconium (ZrO_2). Pur, ce dernier se révèle pourtant inutilisable: en effet, entre la température de production et la température ambiante, il subit une transition de phase qui se manifeste par l'éclatement des pièces produites. Pour pallier à ce problème, du ZrO_2 est mélangé à 5% d'oxyde d'yttrium (Y_2O_3). Cette adjonction le rend stable, car elle fige la structure haute température. Autre avantage : lors de l'apparition d'une fissure, l'énergie mécanique mise en jeu provoque la transition de phase, avec pour effet un arrêt de la propagation

de la fissure. Afin de tenir compte des caractéristiques mécaniques de l'oxyde de zirconium, les chercheurs ont dû redéfinir le profil de la lime. En effet, les matériaux céramiques supportent mal les concentrateurs de contraintes tels que les angles vifs, un problème pour le moins aigu dans le cas d'une lime. Une étude du profil de limes métalliques et d'engins de coupe réalisés en céramique a permis d'envisager diverses solutions. Ces dernières ont été testées à l'aide de simulations réalisées par des modèles à éléments finis. La solution retenue consiste à remplacer l'angle à la base d'une dent par un rayon. Au vu de la technique de production retenue - l'injection de polymère chargé (CIM - Ceramic Injection Molding) - il fallait encore veiller à ce que le profil choisi permette le remplissage du moule lors de l'injection ainsi que le démoulage.

Les avantages de l'injection

La technique de l'injection compte plusieurs avantages sur la technique d'usinage. Elle ne produit que très peu de déchets, et ceux-ci sont aisément recyclables. De plus, l'usinage de matériaux durs est difficile et produit toujours des défauts. Le matériau brut se présente ici sous la forme d'un mélange (dans une proportion volumétrique de 50/50) de polymère et de ZrO_2 . L'injection se fait de manière standard, bien que dans le cadre d'une production industrielle, le polymère chargé puisse poser des problèmes d'abrasion.

Une fois la pièce injectée, elle subit un processus de déliantage, durant lequel le

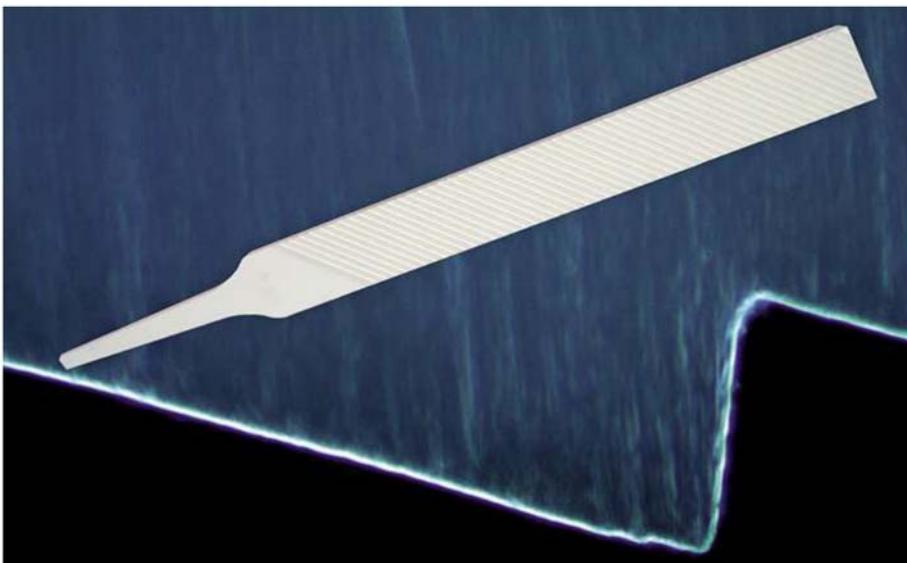


Figure 1 : Lime en céramique et en arrière fond le profil de coupe.

Image: Réseauplasturgie



Le Réseau plasturgie en deux mots

L'assemblée générale du Réseau plasturgie s'est tenue le 9 novembre 2011 à Fribourg, et l'injection de polymères chargés y était à l'honneur. A cette occasion, Peter Lack, président de l'Association du Réseau plasturgie a en effet remis le tout premier Prix Réseau plasturgie à Gabriele Bordoli. Ce dernier s'est vu récompensé pour la qualité de son travail de Bachelor portant sur le développement d'une lime en céramique.

Plus tard, Johan Ter Maat, de BASF, a donné une conférence intitulée «Taking highly filled plastics one step further - Powder Injection Molding» dans laquelle il a présenté les principes de l'injection de polymère chargé, les différents matériaux disponibles et leurs propriétés respectives avant de conclure par une brève analyse de ce marché.

Le Réseau plasturgie compte à ce jour 75 membres.

Les cinq nouveaux arrivants sont :

- Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) Oberseestrasse 10, 8640 Rapperswil, iwk@hsr.ch
- elfo ag, 6072 Sachseln, www.elfo.ch
- B. Braun Medical SA, Route de la Sorge 9, 1023 Crissier, www.bbraun.com
- ETA S, Schild-Rust-Strasse 17, 2540 Grenchen, www.eta.ch
- Alma Extrusions AG, Route de Pensier 35, 1782 Cormagens, www.almasa.ch

Tout sur le Réseau plasturgie

Jacques P. Bersier,

c/o EIA-FR

Bd. de Pérolles 80,

Case postale 32, 1705 Fribourg

Tél. 026 429 66 52, Fax 026 429 66 00

info@reseau-plasturgie.ch, www.reseau-plasturgie.ch

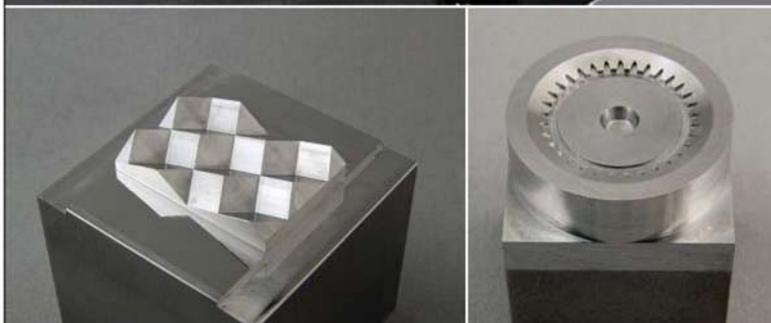
polymère est éliminé. La céramique, pure, est alors frittée, afin de consolider la matière. Ces opérations conduisent à une perte de volume de la pièce. Le changement volumétrique étant quasi isotropique, il ne pose aucun problème particulier pour peu qu'il soit suffisamment bien calibré. On peut même le voir comme un avantage dans la mesure où il permet de travailler sur un moule plus gros que la pièce finie, et donc plus facilement usinable.

De la lime à la fraise

Forts de l'expérience acquise avec leur lime, Jean-Marc Boéchat et Laure Lalande souhaitent maintenant développer une fraise de dentisterie selon le même procédé d'injection de polymère chargé de poudre céramique. Ce projet se déroule en collaboration avec deux membres du Réseau plasturgie (MaChOp et l'entreprise Dentsply Mail-



Votre avenir ? Technologie + Précision



Le centre d'usinage YASDA Micro Center **YMC 430** avec moteurs linéaires dans tous les axes satisfait à tous les exigences demandées dans la zone submicrométrique de l'usinage „Micro High Speed“ Course des axes : X420, Y300, Z250 mm.



Demandez les documents techniques du Micro Center **YMC 430** 3- ou 5 axes !

YASDA

YASDA PRECISION TOOLS K.K.

REIMMANN

WERKZEUGMASCHINEN
MACHINES-OUTILS

Hch. Reimann AG / Mettlenbachstrasse 27
CH-8617 Mönchaltorf / Telefon 044 949 49 49
Fax 044 948 02 22 / www.reimann.ch / info@reimann.ch

ZOOM



Le réseuplasturgie

Fondé en novembre 2005, le réseuplasturgie est un consortium de recherche et développement et de formation, une plateforme d'échanges, un pôle de compétences en ingénierie d'injection plastique.

Des industriels, des centres de formation et de recherche, des fabricants de machines, d'équipements et de matières engagés dans une synergie autour de projets communs.

Le comité du Réseuplasturgie a validé la demande d'adhésion de son 76^e membre soit l'entreprise Colorplastic AG, www.colorplastic.ch.

lefer SA) ainsi qu'avec la HES-SO (sites d'Yverdon et du Valais). L'idée est ici de produire une fraise à usage unique. Dans une optique de commercialisation, son prix se doit d'être concurrentiel face à une fraise multi-usage usinée en carbure de tungstène et aux opérations de stérilisation qu'elle nécessite. Les fraises de dentisterie sont normalisées. Leur faible taille rend impossible l'injection d'un profil de coupe aussi fin que celui d'une arête de fraise. Pour arriver à

leur fin, les chercheurs entendent profiter du défaut qui apparaît systématiquement au niveau du plan de joint pour en faire l'arête de coupe de la fraise. Histoire de corser encore un peu plus le problème, le profil doit être conçu pour garantir au patient un usage unique de la fraise. Pour tester le profil sélectionné, Jean-Marc Boéchat et Laure Lalande ont fait usiner un exemple type qui a pu être testé et validé sur de vraies dents.



Image: Réseuplasturgie

Figure 3 : Un modèle de la fraise obtenu par stéréolithographie permet de réaliser une empreinte de moule par procédé MIM (Metal Injection Molding).

Publicité

Timbres et poinçons de contrôle

étiquettes métalliques

étampés, matricés, gravés à la machine

Atelier de gravure et d'étampage



GÜLLER FILS SA
8115 Huttikon ZH, Tél. 044 844 21 06
Fax 044 844 53 67

Le défi du moule

Le défi auquel ils font face est la réalisation d'un moule de très petite taille dont ils pourront contrôler et optimiser le défaut de plan de joint. Après plusieurs essais, la technique qui leur semble la plus prometteuse consiste à tout d'abord réaliser, par stéréolithographie, une copie de la fraise en résine. Injecter un polymère chargé en particules de métal par le procédé MIM (moulage par



Image: Réseuplasturgie

Figure 2: Fraise dentaire.

injection métallique) sur cette résine leur permet ensuite d'obtenir les empreintes du moule d'injection de la fraise finale. Ces deux projets, qui poussent les techniques d'injection dans leurs extrêmes limites, ont fait l'office d'une demande de dépôt de brevet. Dans le cas de la lime céramique, Jean-Marc Boéchat, Laure Lalande et Gabriele Bordoli souhaitent trouver au plus vite un partenaire intéressé par l'acquisition d'une licence afin de voir leur projet prendre un tournant industriel. <<

Auteur Philippe Morel,
rédacteur indépendant, Villars-sur-Glâne.

Coordonnées: Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, Professeur Jean-Marc Boéchat, Dpt. des technologies industrielles
Boulevard de Péroles 80, 1705 Fribourg
Tél. 026 429 66 62,
jean-marc.boechat@hefr.ch,
www.hefr.ch