

Micro-texturation de surface de pièces polymères injectées à partir de la structuration submicronique du moule

Résumé :

Depuis plusieurs années, on cherche à fonctionnaliser les surfaces de tout type de matériaux que ce soit pour le biomédical, la recherche ou l'industrie des transports afin de conférer de nouvelles propriétés (antibactérienne, réduction du frottement, dégivrage...). Parmi les techniques de traitement de surface, l'ablation au moyen d'un laser à impulsions ultra-brèves offre la possibilité d'élaborer des textures submicroniques, qui jouent un rôle essentiel dans leur comportement fonctionnel. Toutefois, dans le cas de production en grande série, il est préférable pour des questions de coûts, de reproduire ces textures avec une technique de reproduction d'empreinte.

Ce travail porte sur l'étude des différents facteurs impliqués dans la réplique par injection plastique de topographies submicroniques. Il s'agit de comprendre l'influence des paramètres du procédé d'injection, des propriétés du polymère injecté et de la chimie de surface du moule (avec ou sans revêtement) sur la qualité de la pièce injectée.

Une première étude a été réalisée sur deux polypropylènes de viscosité différente sous faible taux de cisaillement (grade MFR). Une première étape a consisté à développer une nouvelle méthodologie pour quantifier la qualité de réplique de structures submicroniques périodiques et aléatoires entre la pièce injectée et le moule, avant de mettre en œuvre une série d'injections. Pour des paramètres d'injection identiques, on observe que la qualité de réplique des motifs sur les pièces injectées est différente. Une étude approfondie des caractéristiques structurales et rhéologiques des polymères a été réalisée. Cette différence de réplique n'est pas due à leur viscosité dans les conditions d'injection en dépit de grades MFR très différents mais de leur mode de relaxation de contraintes pendant la phase de refroidissement [1].

Une deuxième étude s'est concentrée sur l'influence de la chimie de surface des moules lors du remplissage des cavités dans le procédé d'injection. Nous avons principalement étudié le phénomène d'adhésion d'un polymère fondu sur différents substrats revêtus de dépôt à base de nitrures de chrome ou de titane ainsi qu'un dépôt de DLC (Diamond Like Carbon). A partir d'essais de mouillage en température et de mesures d'énergie de surface des polymères fondus, nous avons déterminé le travail d'adhésion du polymère sur les moules revêtus (ou non) aux températures d'injection [2].

A partir de ces résultats nous avons tenté de mener un travail de synthèse en développant une approche statistique basée sur l'analyse de plans d'expériences afin de quantifier l'influence de différents facteurs tant procédés (vitesses d'injection, vide dans l'empreinte, température moule, ...) que matériaux (différents polymères, différents revêtements sur le moule). Nous avons montré que les échanges thermiques à l'interface moule-polymère avaient un rôle prépondérant dans la qualité de réplique. Ces échanges dépendent notamment de la nature des revêtements qui conditionne la formation de la gaine solide lors de la microinjection [3].

- [1] J. Vera, A.-C. Brulez, E. Contraires, M. Larochette, S. Valette, S. Benayoun, Influence of the polypropylene structure on the replication of nanostructures by injection molding, *J. Micromech. Microeng.* 25 (2015) 115027. doi:10.1088/0960-1317/25/11/115027.

- [2] J. Vera, E. Contraires, A.-C. Brulez, M. Larochette, S. Valette, S. Benayoun, Wetting of polymer melts on coated and uncoated steel surfaces, *Applied Surface Science*. 410 (2017) 87–98. doi:10.1016/j.apsusc.2017.02.067.
- [3] J. Vera, A.-C. Brulez, E. Contraires, M. Larochette, N. Trannoy-Orban, M. Pignon, C. Maclair, S. Valette, S. Benayoun, Factors influencing micro-injection quality, *Journal of Micromechanics and Microengineering*. (soumis en juin 2017).

Mots clefs : Microinjection; Revêtement; Texturation laser ; Adhésion ; Mouillage, Réplication; Paramètres d'injection, Plan d'expériences,