

Influence des paramètres de mise en œuvre sur la qualité de réplication de texturations multi-échelles sur moule revêtu

M. Larochette¹, A.-C. Brulez^{1,2}, J. Vera¹, S. Valette¹, et S. Benayoun¹

1.Ecole Centrale de Lyon – Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes UMR CNRS 5513 – Ecully – France

2.Institut Textile et Chimique de Lyon – Laboratoire de Génie de la Fonctionnalisation des Matériaux Polymères – Ecully – France

MOTS CLES

Texturation multi-échelle de surfaces, réplication, injection plastique, interaction moule-matière, interaction chimie de surface-matière

INTRODUCTION

La fonctionnalisation des surfaces notamment des polymères par texturation est un enjeu de plus en plus important car elle permet l'amélioration des propriétés d'une pièce avec un coût maîtrisé. La fonctionnalité des surfaces polymères texturées balaye une large gamme allant des propriétés optiques aux effets sensitifs à des améliorations techniques concernant la mouillabilité, la maîtrise des frottements et de l'adhésion [1].

La texturation directe nécessite des temps d'usinage encore longs qui ne sont pas compatibles avec la production en grandes séries. La solution envisagée pour répondre à une production de masse couplée à des contraintes fortes est la réplication par injection plastique d'une empreinte de moule texturée. Cette méthode indirecte impose de comprendre et de maîtriser le comportement de la matière durant sa mise en œuvre afin de permettre une réplication fidèle et répétable de la texture présente sur le moule.

STRATEGIE MISE EN PLACE

La capacité du polymère à remplir les cavités de la texturation dépend de ses propriétés intrinsèques [2], de la topographie qu'il rencontre (forme et rapport de forme des motifs) et de l'interaction de celui-ci avec l'empreinte du moule (interactions chimiques) [3]. Ainsi différents motifs (creux, rainures, réseau de rainures) et géométries sur moule en acier nu et revêtus de nitrures ou d'une couche de DLC ont été réalisés afin d'évaluer l'influence de ces différents paramètres.

Dans le but de découpler l'effet de la forme des texturations et des revêtements sur la qualité de réplication, nous avons développé une stratégie innovante de réglage des conditions d'injection rendue possible par la réalisation d'un moule instrumenté [4].

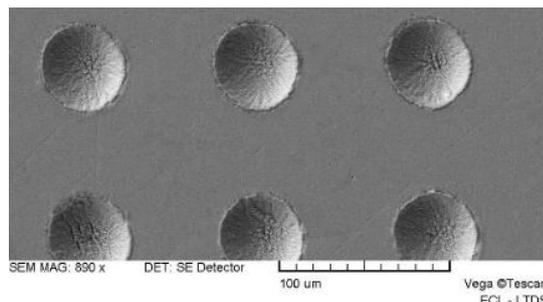


Figure 1: Texturations multi-échelles obtenues par laser femtoseconde (MEB).

EXPERIMENTATIONS ET RESULTATS

Les texturations multi-échelles ont été réalisées par ablation laser femtoseconde [5]. Cette technique respectueuse de l'environnement permet la création de texturation multi échelle (voir Figure 1). On observe ici la création sur acier nu d'un réseau carré de trous de 50 μm de diamètre, 20 μm de profondeur dont les bords sont tapissés de ripples de 700 nm de période.

Les injections ont été réalisées avec un polymère amorphe l'ABS Novodur M203FC à l'aide du moule instrumenté développé en interne montée sur une presse industrielle d'injection plastique de 35 tonnes de force de fermeture. Les conditions d'injection sont quantifiés *in-situ* à l'aide de capteurs de températures et de pression situés en début et fin de l'empreinte.

La topographie des texturations sur acier et des répliques polymères est étudiée par profilométrie optique et imagerie MEB. La figure 2 présente pour les mêmes rapports de forme de texturation le profil des répliques sur polymère selon le revêtement présent sur l'empreinte du moule. Dans les mêmes conditions d'injection vis-à-vis de la matière, on obtient des taux de réplification variable allant de 55 % à 85 %.

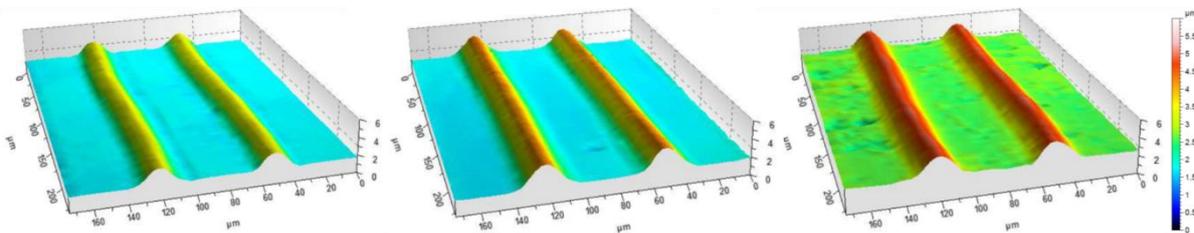


Figure 1: Topographie de rainures (largeur 35, période 70 profondeur 2 μm sur acier) sur répliques en ABS pour trois revêtements différents sur acier

Une analyse numérique des topographies, une étude statistique des taux de réplifications et la caractérisation des propriétés du matériau polymères permettent d'évaluer l'impact de la forme des textures ainsi que la chimie de surface sur la réplabilité.

CONCLUSION

Dans cette étude nous avons pu mettre en évidence l'impact de la chimie de surface des revêtements, l'influence de la topographie de la texturation sur le remplissage des cavités. La maîtrise des paramètres *in-situ* de la matière durant l'injection est indispensable pour décorrélérer chaque paramètre et observer leurs influences.

Références

- [1] V. Belaud, S. Valette, G. Stremdoerfer, M. Bigerelle, S. Benayoun (2015) « *Wettability versus roughness: Multi-scale approach* », Tribology International, **82**, pp. 343-349.
- [2] J. Vera, A.-C. Brulez, E. Contraires, M. Larochette, S. Valette, S. Benayoun (2015) « *Influence of the polypropylene structure on the replication of nanostructures by injection molding* », J. of Micromech. & Microengin., **25** (11).
- [3] K. Bobzin, N. Bagcivan, A. Gillner, C. Hartmann, J. Holtkamp, W. Michaeli, F. Klaiber, M. Schöngart, S. Teiß (2011) « *Injection molding of products with functional surfaces by micro-structured, PVD coated injection molds* » Prod. Eng. Res. Devel., **5**, pp. 415-422.
- [4] M. Larochette, A.-C. Brulez, J. Vera, S. Benayoun (2015) « *Development of an instrumented mold for the replication of textured surfaces by injection molding: optimization of the replication quality* », Polymer Replication on Nanoscale, 2nd Int. Conf., Copenhagen, Denmark.
- [5] P. BiziBandoki, S. Benayoun, S. Valette, B. Beaugiraud, E. Edouard (2011) « *Modifications of roughness and wettability properties of metals induced by femtosecond laser treatment* », Appl. Surf. Sci, **257**, pp.5213-5218