

Compréhension de chauffage infrarouge de thermoplastiques semi-cristallins

Thèse soutenue le 14-02-2019

Les thermoplastiques et les composites thermoplastiques sont généralement mis en oeuvre par thermoformage et sont alors le plus souvent préchauffés en utilisant un chauffage IR. L'avantage du chauffage radiatif est qu'il permet de chauffer les polymères à coeur grâce au caractère semi-transparent des polymères. Néanmoins, dans le cas des polymères semi-cristallins, le chauffage radiatif est affecté par la structure cristalline et cette thèse a donc eu pour objectif d'améliorer la compréhension de l'interaction entre la structure cristalline et les propriétés optiques dans le but de proposer un modèle prédictif de chauffage de thermoplastiques semi-cristallins.

Cette étude répond à une problématique industrielle relative au contrôle de la température des thermoplastiques semi-cristallins dans les procédés recourant au chauffage radiatif. L'optimisation de ces procédés requiert un code de calcul suffisamment robuste pour permettre une bonne prédiction du champ de température tout en conservant des temps de calcul acceptables. Une approche combinée expérimentale et numérique a ainsi été proposée dans le but de modéliser la capacité d'absorption du rayonnement thermique de milieux polymères semi-cristallins et le transfert de chaleur par rayonnement avec changement des phases de cristaux/amorphe. Ces travaux se concentrent sur le PEHD, qui présente un intérêt particulier pour l'entreprise Procter&Gamble.

Dans cette thèse, après avoir établi une revue bibliographique mettant en avant les couplages existants entre les phénomènes de diffusion optique, la microstructure des polymères semi-cristallins et la température, une caractérisation et une analyse poussées des propriétés radiatives de deux polyéthylènes sont proposées. Les analyses morphologiques et optiques ont été réalisées à température ambiante et dans des conditions de chauffage afin d'identifier les formations cristallines à l'origine de la diffusion optique dans des polymères semi-cristallins et l'évolution de ce couplage au cours du chauffage. A travers ce travail de recherche, un coefficient d'extinction spectral thermo-dépendant a été proposé afin de décrire le caractère optiquement hétérogène du milieu semi-cristallin par un milieu homogène équivalent. Sur la base de la caractérisation de la capacité d'absorption du rayonnement thermique, un modèle thermique conducto-radiatif thermo-dépendant a été développé. Afin d'évaluer la précision de la modélisation, une méthodologie expérimentale spécifique a été proposée pour mesurer la température de surface par thermographie IR dans le cas du PEHD semi-transparent. L'étape finale a consisté à confronter les résultats issus des simulations numériques basées sur cette modélisation à plusieurs campagnes de mesures expérimentales. Les résultats de ces travaux démontrent la forte influence de la structure morphologique des polymères semi-cristallins sur les transferts de chaleur radiatifs.

Mots-clés: Chauffage IR, Polymères semi-cristallins, Diffusion optique, Propriétés thermo-optiques, Morphologie cristalline, Transferts radiatifs, Thermographie IR.