

Tesista: Camila Quintana

Título al que aspira: Doctor en Ciencia de Materiales, UNMdP

Tema: “Análisis de la distribución de la orientación de fibras discontinuas en piezas de matriz termoplástica fabricadas mediante moldeo por inyección: Evaluación experimental y simulación 3D”

Directora de tesis: Dra. Patricia Frontini

Co-director: Dr. Santiago Urquiza

Lugar de Trabajo: Facultad de Ingeniería, UNMdP

Fecha de Defensa: 23 de marzo de 2018

Jurados:

Dr. Javier Signorelli (UNR-CONICET, IFIR)

Dra. María Virginia Candal Pazos (Universidad Simón Bolívar, Venezuela)

Dr. Diego Santiado (CDS, UNMdP)

Resumen

El moldeo por inyección de polímeros termoplásticos reforzados con fibras discontinuas ha generado en las últimas décadas un gran interés en la manufactura de piezas de resistencia mecánica específica elevada utilizadas principalmente en aplicaciones semi-estructurales. El conocimiento de la relación entre variables de procesamiento, microestructura y desempeño final y la predicción de la orientación de las fibras en estos materiales, con precisión cuantitativa, resultan cruciales para el avance tecnológico. Sin embargo, las anteriores, son tareas dificultosas debido a la anisotropía inherente producida por el flujo del polímero fundido durante el llenado de la cavidad de moldeo y al efecto de las interacciones que se presentan entre las fibras cuando se encuentran en concentraciones elevadas. Esta situación se produce en la mayoría de las piezas de interés comercial.

Por tal motivo, el objetivo general de esta tesis fue estudiar en profundidad el moldeo por inyección de polímeros termoplásticos semicristalinos reforzados con fibras cortas discontinuas, utilizando la simulación computacional para el análisis del entorno termomecánico en el llenado del molde y el alineamiento de las fibras producido por el flujo en la misma etapa del proceso. Se determinó experimentalmente la distribución de orientación de fibras (FOD, de la sigla en inglés *fiber orientation distribution*) y se realizó la predicción de la misma mediante la implementación de una metodología de simulación validada en distintos sistemas materiales fibra-matriz y geometrías complejas que presentan defectos inducidos por el flujo y/o singularidades geométricas.

De manera específica y con el objetivo de constituir un aporte original al estado del arte, se buscó además dilucidar en qué grado las técnicas de caracterización experimental de la

orientación bidimensionales convencionalmente utilizadas (microscopía óptica), las últimas técnicas de caracterización tridimensionales (tomografía computarizada) y los modelos de simulación de flujo y predicción de orientación fibras existentes, todas técnicas y modelos aplicados a geometrías analíticas simples con patrones de flujo ideales en la mayoría de los casos de la literatura, son adecuados para caracterizar la distribución de orientación de fibras y la estructura de capas en el espesor (característica de los polímeros semicristalinos) en piezas con características particulares, extrapolables a piezas que se fabrican a escala industrial.

Abstract

Injection molding of discontinuous short fiber reinforced composites (SFRC) has generated in the last decades a great interest in the manufacture of pieces of high specific mechanical resistance used mainly in semi-structural applications. The knowledge of the relationship between processing variables, microstructure and final performance and the prediction of fiber orientation in these materials, with quantitative precision, are crucial for the technological advance. However, the above are difficult tasks due to the inherent anisotropy produced by the flow of the molten polymer during the filling of the molding cavity and the effect of the interactions that occur between the fibers when they are in high concentrations. This is the case in most of the components of commercial interest.

For this reason, the general objective of this thesis was to study in depth the injection molding of semicrystalline thermoplastic polymers reinforced with discontinuous short fibers, using computational simulation for the analysis of the thermo-mechanical environment in the filling of the mold and the alignment of the fibers produced by the flow in the same stage of the process. The fiber orientation distribution (FOD) was experimentally determined and its prediction was carried out through the implementation of a simulation methodology validated in different fiber-matrix material systems and complex geometries that present defects induced by the flow and / or geometric singularities.

In a specific way and with the aim of constituting an original contribution to the state of the art, we also sought to clarify to what extent the techniques of experimental characterization of the two-dimensional orientation conventionally used (optical microscopy), the latest three-dimensional characterization techniques (computed tomography) and the models of simulation of flow and prediction of orientation existing fibers, all techniques and models applied to simple analytical geometries with ideal flow patterns in most of the cases of the literature, are adequate to characterize the distribution of orientation of fibers and the structure of layers in the thickness (characteristic of semicrystalline polymers) in pieces with particular characteristics, extrapolated to pieces that are manufactured on an industrial scale.