

Tesista: Alejandra Costantino

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

Tema: "Relación procesamiento/estructura/desempeño de piezas complejas inyectadas de polipropileno y sus compuestos de aplicación en la industria automotriz"

Director de tesis: Dra. Valeria Pettarin

Lugar de Trabajo: Facultad de Ingeniería, UNMdP

Fecha de Defensa: 21 de marzo de 2016

Jurados:

Dr. José María Kenny (Univ. de Perugia, Italia)

Dr. Eduardo Canedo (Univ. de Campina Grande, Brasil)

M. Sc. Ma. Marta Reboredo (UNMDP- CDS)

Resumen

Desde su introducción al mercado en 1954, el polipropileno (PP) se convirtió en una de las resinas termoplásticas más importantes. Hoy en día el PP es el tercer termoplástico más vendido en el mundo (debajo del polietileno de baja densidad e del PVC), representando ventas físicas en torno a 17 millones Ton/año con un valor superior a US\$ 11 billones/año. La clave del éxito de este material es su gran versatilidad. Esto significa que su estructura y propiedades, incluyendo el procesamiento, pueden ajustarse a los requerimientos del mercado. Con PP se fabrica desde el paragolpes de un auto hasta el tejido que recubre, por la parte interior, los pañales de los bebés, pasando por tuberías, fibras, cajas, envases, juguetes, etc . Sin embargo, el PP hoy en día está en una zona de transición entre los plásticos de consumo masivo y los plásticos ingenieriles debido a que presenta limitaciones para algunas aplicaciones técnicas. Su potencialidad se ve limitada principalmente por sus pobres propiedades mecánicas globales como su baja resistencia a la tracción y al impacto, y a una alta sensibilidad a los defectos producidos durante el proceso de inyección. Es por eso que se suele modificar al PP con diversos tipos de partículas y agregados con el fin de mejorar su rigidez, tenacidad a la fractura y resistencia al impacto. Además, es muy común que se modifique la matriz de PP con partículas colorantes, pigmentos, etc. ya que en muchas aplicaciones no basta solo con obtener compuestos con propiedades determinadas sino que también es muy importante su aspecto estético. Sin embargo, existe un riesgo cuando se modifica una matriz polimérica semicristalina que implica la mejora de una cierta propiedad en detrimento de otra. En la industria automotriz se requiere que las propiedades mecánicas estáticas y al impacto cumplan simultáneamente con los estándares deseados y que las morfologías puedan reproducirse y controlarse. Si paralelamente reconocemos que la técnica de transformación de termoplásticos más importante y masiva en la industria automotriz es el moldeo por inyección (donde el material es sometido a un campo termomecánico complejo) debemos tener en cuenta además el impacto que el procesamiento genera en las piezas de polipropileno modificado. En el moldeo por inyección el PP fundido se somete a cambios abruptos de temperatura, esfuerzos de corte, esfuerzos

elongacionales, gradientes de temperatura y restricciones geométricas que modifican las características de las piezas finales. Cuando la resina se procesa con partículas sólidas, el procesamiento incide en el grado de orientación y dispersión del agregado como así también en su distribución a lo largo y ancho de la pieza. Cabe mencionar que la mayoría de las partes fabricadas mediante inyección tienen defectos que son inherentes a la técnica, que no pueden ser evitados y que inducen defectos que amplifican en muchos casos la heterogeneidad de los compuestos inyectados.

Es por todo esto que esta tesis tiene como objetivo principal generar un puente entre el conocimiento científico y tecnológico, estudiando en profundidad cómo el procesamiento (de uso masivo) afecta las propiedades finales de piezas inyectadas reales (con defectos inherentes a la técnica de procesamiento) de un material comercial de uso masivo como el PP modificándolo según formulaciones pensadas para contrarrestar las desventajas que representa su uso.

Para cumplir con los objetivos establecidos la tesis se divide en varios capítulos que establecen un marco bibliográfico y van abordando las distintas problemáticas que presenta el PP sugiriendo posibles soluciones. Cada hipótesis de trabajo es contrastada con conclusiones críticas sobre los distintos aspectos evaluados.

En el capítulo n°1 se presenta una introducción teórica sobre la inyección, el PP y sus nano y microcompuestos. En base a dicha introducción se plantean los objetivos de la tesis.

En el capítulo n°2 se explican todas las técnicas utilizadas en el desarrollo del trabajo experimental.

En el capítulo n°3 se presenta el estudio de la modificación de PP con un Masterbatch (MB) comercial (50% en peso de PP compatibilizado/50% en peso de nanoarcilla) con la finalidad de obtener piezas con mejores propiedades estéticas, mecánicas y térmicas. Además, se evalúa la influencia de una técnica de inyección no convencional que ha probado ser uno de los pocos procesamientos en fundido que delamina y dispersa correctamente la arcilla, en piezas con una línea de soldadura central. Se evaluó cómo las distintas condiciones de procesamiento inciden en la morfología y orientación de las moléculas y partículas, que a su vez afectan las propiedades estéticas, físicas y mecánicas de las piezas finales. Se determinó una condición óptima teniendo en cuenta los costos/beneficios en cada caso.

En el capítulo n°4 se desarrolla la modificación de PP con una goma termoplástica de uso comercial (TPV) y un bajo porcentaje de nanoarcilla para formar nanocompuestos híbridos que produzcan un efecto sinérgico entre la alta rigidez de la nanoarcilla y las mejoras en la tenacidad aportadas por la modificación con el TPV. Para ello se fabricó un MB y se inyectaron piezas reales en forma de caja para evaluar los defectos intrínsecos de la inyección como líneas de soldaduras, alabeos, contracción diferencial, etc. A sí mismo se evaluó la incidencia que tiene el procesamiento en la morfología, dispersión y orientación de las diferentes fases a lo largo y ancho de las piezas, y como esto afecta el desempeño final de las mismas.

En el capítulo n°5 se modifica el PP con nanotubos de carbono con el fin de mejorar sus propiedades eléctricas. El PP es un material fuertemente dieléctrico, lo que dificulta el proceso de pintado electrostático industrial al cual son sometidas muchas de las partes fabricadas por la industria automotriz. El agregado de un bajo porcentaje de nanotubos podría eliminar las cargas estáticas indeseables y de esta forma evitar el recubrimiento de las partes con "primers" antes del pintado

electroestático. Para ello se fabricó un MB y se inyectaron piezas reales para evaluar los defectos intrínsecos de la inyección. Además, se evaluó la incidencia que tiene el campo termomecánico inducido por el procesamiento en la orientación y dispersión de los nanotubos en distintas zonas de las piezas.

En el capítulo nº6 se evalúa el efecto del agregado de partículas de aluminio al PP con el fin de abordar la posibilidad de mejorar el aspecto estético de las piezas en un solo paso. Para ello se inyectaron las mismas piezas con forma de cajas para ver la incidencia que las distintas condiciones de procesamiento tienen en las propiedades finales de las piezas. Se estudió en profundidad la orientación y dispersión de las partículas de aluminio en las distintas zonas de las piezas, y el efecto que tienen en las propiedades finales.

Por último, se presenta una conclusión final en la que se incluyen y relacionan las conclusiones parciales de cada capítulo.