

Tesista: Gastón Francucci

Ingeniero en Materiales. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Doctor en Ciencia de Materiales. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tema: “Procesamiento de materiales compuestos de matriz termorrígida basados en fibras naturales”

Director de Tesis: Dr. Exequiel Rodriguez

Co-director de Tesis: Dra. Analía Vázquez

Lugar de Trabajo: INTEMA - Facultad de Ingeniería – UNMDP.

Fecha de Defensa: 12 de diciembre de 2011

Jurados: Dr. José María Kenny (Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, CSIC, Madrid, España)

Dr. Laurent Bizet (Universidad de Le Havre, Francia)

Dra. Valeria Pettarin (Facultad de Ingeniería, UNMDP)

Resumen:

En la actualidad, la contaminación ambiental y el consumo de recursos no renovables se han convertido en problemas de gran importancia. Por ello, tanto el sector industrial como el académico están realizando grandes esfuerzos para desarrollar materiales basados en recursos renovables y con bajo impacto sobre el medio ambiente. Los materiales compuestos tradicionales basados en resinas termorrígidas poliméricas y fibras sintéticas han ganado un lugar importante en varias industrias como la automotriz, aeronáutica, naval, de la construcción, de artículos deportivos, etc. debido a sus atractivas propiedades mecánicas y bajo peso. Sin embargo, el impacto ambiental generado por estos materiales es grande, ya que no son reciclables ni biodegradables, y no están fabricados a partir de recursos renovables. Por este motivo surge el interés en los biocompuestos, los cuales pueden obtenerse utilizando matrices provenientes de recursos naturales, utilizando fibras naturales, o ambas simultáneamente (que sería el caso más favorable desde el punto de vista ambiental). La mayoría de los biopolímeros aún se encuentran en la etapa de desarrollo o son muy costosos, por lo que gran parte de los biocompuestos se producen combinando biofibras y matrices provenientes de la industria petroquímica. Además de sus ventajas medioambientales, las fibras naturales son más económicas que las sintéticas, lo que reduce los costos de materias primas. Para que las fibras naturales tengan éxito en suplantar las fibras sintéticas como refuerzo en compuestos es indispensable que puedan ser utilizadas en las técnicas de procesamiento tradicionales. Las técnicas de procesamiento de compuestos de matriz termorrígida son una alternativa atractiva para fabricar compuestos basados en fibras naturales, ya que las fibras no sufren degradación termo-mecánica como en la mayoría de los procesos utilizados para matrices termoplásticas. Dentro de las técnicas para procesar compuestos de matrices termorrígidas, las agrupadas bajo el nombre *Liquid Composite Molding (LCM)*, surgen como la principal alternativa para fabricar piezas en serie, debido a que requieren inversiones y costos de producción relativamente bajos mientras que permiten fabricar piezas con excelente

acabado superficial y tolerancias dimensionales con cierto grado de automatización. Al mismo tiempo, permiten utilizar refuerzos textiles de arquitecturas eficientes y fibras continuas y, al ser técnicas a molde cerrado, la emisión de solventes volátiles a la atmósfera es reducida, lo que también aporta al carácter ecológico y saludable de este tipo de materiales. No obstante, el procesamiento de estos materiales mediante estas técnicas no es trivial, debido que la estructura de las fibras naturales más compleja que la de las fibras sintéticas y también a que, debido a su composición química rica en celulosa y hemicelulosa, son altamente hidrofílicas. Estas diferencias entre los refuerzos naturales y sintéticos motivaron el desarrollo de la presente Tesis Doctoral, que se basó en el estudio del procesamiento por LCM de materiales compuestos de matriz polimérica termorrígida y refuerzos basados en fibras naturales, principalmente en el efecto de su estructura y composición química sobre las variables de procesamiento. En estas técnicas de procesamiento las etapas críticas que determinarán la calidad de las piezas fabricadas son: la compactación de las preformas constituidas por varias láminas de refuerzos textiles; el llenado del molde con la resina catalizada, impregnando y saturando el refuerzo; y el curado de la resina.

En el CAPÍTULO III se realizó el estudio de la respuesta a la compactación de los refuerzos naturales, ya que afecta las fuerzas de cierre y la permeabilidad de la preforma, la calidad y espesor de la pieza, el contenido de fibras y, por lo tanto, las propiedades mecánicas finales del compuesto.

El proceso de llenado del molde con la resina catalizada involucra el flujo de ésta a través del refuerzo fibroso. La propiedad del refuerzo que afecta significativamente los patrones de flujo y el tiempo de llenado del molde es la permeabilidad. Por lo tanto, en el CAPÍTULO II se estudió la relación entre la permeabilidad (insaturada y saturada) de la preforma y el contenido de fibras para refuerzos de yute bidireccionales. Además se presenta el estudio sobre el efecto de la absorción de fluido y el hinchamiento de las fibras naturales sobre la permeabilidad de las preformas.

Muchos refuerzos textiles presentan una doble escala de porosidad. Esto significa que existen micro canales por donde fluye la resina entre las fibras dentro de las mechas y canales macroscópicos entre las mechas. En ciertas condiciones de procesamiento, como al usar bajas presiones de inyección y elevado contenido de fibras, el flujo microscópico de la resina y el mojado de las fibras pueden afectar significativamente al flujo total. En estos casos, la presión capilar es una fuerza impulsora importante para la impregnación del refuerzo con resina y por lo tanto, debe ser considerada. Además, aunque la magnitud de los efectos capilares sea baja, cumplen un rol muy importante en los mecanismos de formación de porosidad durante la infiltración. Dada la importancia de la presión capilar en los procesos de LCM, se estudiaron los efectos capilares durante la impregnación de refuerzos naturales en el CAPÍTULO IV.

El modelado numérico del llenado del molde es una herramienta fundamental para predecir los patrones de flujo de la resina dentro del molde y el tiempo de llenado, lo cual permite optimizar el diseño de los moldes (puertos de inyección, venteos, etc.) y ahorrar tiempo y dinero respecto a procedimientos de prueba y error. A partir de los resultados experimentales obtenidos en los capítulos anteriores, se realizó el modelado del proceso de llenado teniendo en cuenta las características de las fibras naturales. Este trabajo se presenta en el CAPÍTULO V.