



## **ESTUDIO DEL PROCESO DE MICROFISURACIÓN EN COMPONENTES DE MATERIALES COMPUESTOS EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA AEROSPAICIAL**

**Diego López, Pablo Leiva, Juan Morán y Exequiel Rodríguez**

*Área de Materiales Compuestos, INTEMA (Conicet-Universidad Nacional de Mar del Plata),  
Mar del Plata, Argentina.*

*\*Correo Electrónico (autor de contacto): [erodriguez@fi.mdp.edu.ar](mailto:erodriguez@fi.mdp.edu.ar)*

### **RESUMEN**

*La microfisuración en componentes fabricados con materiales compuestos de matriz polimérica ocurre en laminados multiaxiales a bajas sollicitaciones, y en general no ocasiona un compromiso estructural. Sin embargo, existen aplicaciones en la industria aeroespacial donde este fenómeno puede resultar crítico. Un ejemplo de ello es la fabricación de tanques ultralivianos basados 100% en materiales compuestos reforzados con fibras de carbono (denominados tipo V o linerless), que se emplean para contener gases presurizantes en vehículos lanzadores [1]. Estos tanques reemplazan a los metálicos (denominados tipo I) o a los de material compuesto con mandril metálico (tipo III) y generan un ahorro en peso que incrementa significativamente la carga útil o carga de pago. Pero al no poseer un alma o liner metálico, la permeación del gas contenido a altas presiones puede ocurrir por las pequeñas microfisuras que se generan en la matriz de los materiales compuestos. Si bien este fenómeno ha sido estudiado en profundidad [2], aún no se han encontrado herramientas que permitan predecir qué propiedades deben tener las matrices a emplear para minimizar su aparición [3]. Así, el ahorro en peso que se puede obtener se ve limitado por la deformación máxima que admite el material sin microfisurarse, porque este valor se relaciona directamente con el espesor de pared requerido en el tanque. En este trabajo, se emplearon matrices modificadas para alcanzar distintas propiedades mecánicas y fisicoquímicas (tenacidad a la fractura,  $T_g$ , contracción por curado) y se realizaron ensayos para determinar la curva de densidad de microfisuras en función de la deformación en laminados tipo 0/90/0. Se encontró que las tensiones térmicas y la contracción por curado son críticas para el proceso de microfisuración y que, contrariamente a lo que podía suponer inicialmente, la tenacidad a la fractura de las matrices no tiene una relación directa con el fenómeno.*

### **ABSTRACT**

*Microcracking in components made with polymer matrix composite materials is an event that takes place at low stresses when multiaxial laminates are used and, in general, does not produce structural compromise. But there are applications in the aerospace industry where this phenomenon can be critical, like in the case of the pressure vessels made 100% in carbon reinforced composite materials (type V or linerless)[1]. These vessels are used for containing pressurizing gases in launch vehicles, and can replace metallic tanks (type I) or metal overwrapped tanks (type III) with a considerable weight saving, which in turn produce an increase in the payload. However, in absence of a liner that could acts as a barrier for the high pressure contained gases, permeation can takes place through the composite microcraks. This phenomenon has been discussed extensively in the literature [2] but still have not been found tools for determining which properties are needed in the polymer matrix for minimizing microcracking [3]. Thus, weight saving in the pressure vessel is limited by the maximum strain admitted for the material to avoid microcraks, since this value depends on wall thickness. In this work, polymer matrices were modified in order to obtain different mechanical and physicochemical properties (fracture toughness,  $t_g$ , cure contraction) and the curve microcrack density vs strain was obtained for 0/90/0 carbon reinforced laminates. It was found that thermal stresses and cure*

*contraction are determinant for the microcracking process and that, on the contrary of what was previously believed, matrix fracture toughness did not show a direct influence on this phenomenon.*

## **REFERENCIAS**

1. K. Mallick, J. Cronin, C. Paul, K. Ryan, J.S. Welsh and S. Arzberger, “An Integrated Systematic Approach to Linerless Composite Tank Development”; Anales 46th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics & Materials Conference, 2005, p. 1-17.
2. J. A. Nairn, “Matrix Microcracking in Composites”; in Polymer Matrix Composites; 2000, Elsevier Science.
3. R. Talreja, S. Yalvac, L.D. Yats and D.G. Wetters, “Transverse cracking and stiffness reduction in cross ply laminates of different matrix toughness; Journal of Composite Materials, Vol. 26, No 11 (1992).

**TÓPICO DEL CONGRESO O SIMPOSIO:** *S02*

**PRESENTACIÓN (ORAL O PÓSTER):** *O (oral)*