

## MC-II-5

### ANÁLISIS MICROMECAÍNICO INTERFACIAL EN MATERIALES COMPUESTOS POLIMÉRICOS POR MEDIO DE LA TÉCNICA DE FOTOELASTICIDAD

**J. M. Vázquez Rodríguez, P. I. González Chi\***

Centro de Investigación Científica de Yucatán, AC/Unidad de Materiales  
Calle 43, No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo 97200, Mérida, Yucatán, México  
email: ivan@cicy.mx

#### RESUMEN

El objetivo del presente proyecto fue analizar la resistencia interfacial como medio para determinar la calidad de la interfase en un modelo de fibra termoplástica y matriz termofija por medio de la técnica de fotoelasticidad, usando la geometría de pull out.

Fotoelasticidad es un método experimental para el análisis de campos de esfuerzos y deformaciones en micromecánica. En esta técnica se relacionan los efectos de los esfuerzos y deformaciones con el paso un haz de luz polarizada a través de los materiales de prueba. Existen materiales que poseen más de un índice de refracción cuando están sometidos a una carga y debido a esta característica, son llamados birrefringentes. En el caso de fotoelasticidad, el fenómeno de birrefringencia forma franjas o contornos que representan la distribución de esfuerzos de una misma intensidad.

Pull out consiste en una fibra o filamento embebido en un bloque de matriz polimérica. La carga y desplazamientos son medidos desde que la fibra es en un inicio cargada axialmente, hasta que se desprende la fibra o se fractura esta. El esfuerzo ejercido sobre la interfase puede ser calculado por medio de un balance de esfuerzos de tensión sobre la fibra  $\sigma_f$  y esfuerzos cortantes  $\tau$ .

Los campos de esfuerzos generados por la carga ejercida sobre la fibra son monitoreados y medidos a través de las franjas fotoelásticas producidas por la diferencia de coeficientes de refracción, haciendo posible la medición directa del esfuerzo cortante entre la fibra y la matriz.

En la manufactura del modelo de pull out, se usó una resina epóxica basada en epiclorhidrina y bisfenol A con entrecruzante de aminas alifáticas.. La fibra termoplástica fue de poliéster.

Durante el ensayo se fotografió el proceso desde la carga inicial hasta la falla y extracción de la fibra. La figura 1 muestra una de estas secuencias, en donde es posible observar las franjas fotoelásticas correspondientes. En esta, la figura (a) corresponde a la carga inicial del modelo; las figuras (b) y (c) muestran el crecimiento de las bandas fotoelásticas al aumentar el esfuerzo y finalmente se muestra la falla interfacial en (d).

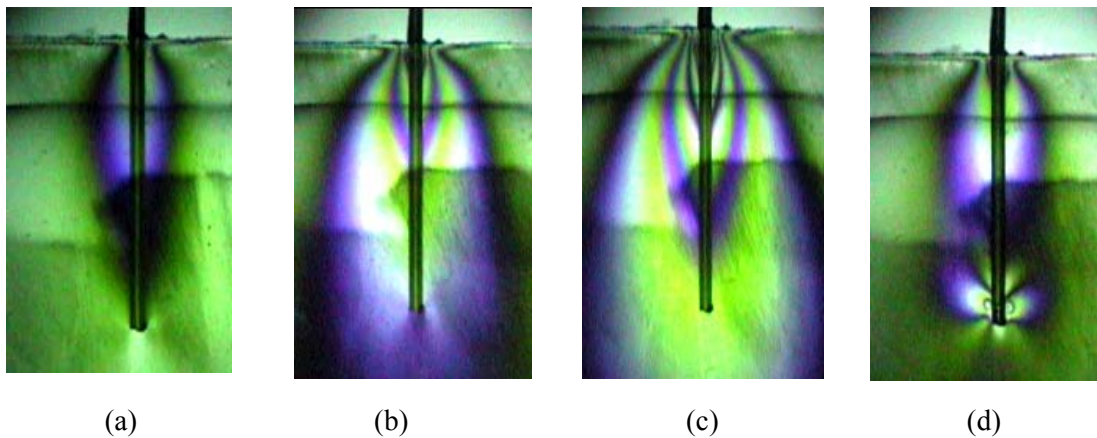
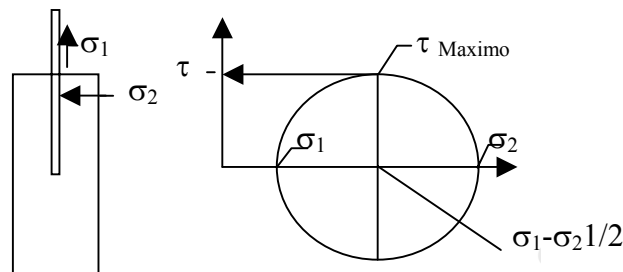


Figura 1 Patrones fotoelásticos durante el ensayo de Pull-out.

La medición de la carga se hace en función del orden del número de franjas generado de acuerdo a la siguiente expresión:  $=Nf\sigma/2h$ ; donde  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  es la diferencia entre los esfuerzos principales en el modelo,  $N$  es el orden de franja,  $f_\sigma$  es la constante de respuesta fotoelástica y  $h$  es el espesor del modelo. Correlacionando la expresión anterior con el círculo de Mohr, la diferencia entre los esfuerzos principales es igual al esfuerzo cortante máximo del sistema.



- ♦ P. J. Herrera Franco Venkatesh Rao, Laurence T. Drzal "Bond Strength measurement in composites analysis of experimental techniques" *Composites Engineering* - 2 - (1992)
- ♦ Jang Kyo Kim "Engineered Interfaces in fiber reinforced composites" first edition U.K Elsevier Science Ltd (1998)
- ♦ John A Nairn, H. D. Wagner "A revised shear lag analysis of an energy model for fiber matrix debonding" *Material Science and Engineering, Advanced Composite Letters* - 5 (1996) 131-135
- ♦ John A Nairn H. D. Wagner "On the use of shear lag methods for analysis of stress transfer in unidirectional composites" *Material Science and Engineering Mechanics of Materials* 26 (1997) - 63-79 -
- ♦ M.R. Piggott "The single fibre pull out method: its advantages, interpretation and experimental realization" *Composite interfaces* - 1 (1993) - 211-223