



SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA
DIRECCION GENERAL DE INSTITUTOS TECNOLOGICOS
INSTITUTO TECNOLOGICO DE MERIDA

ITM

**“PREPARACION Y CARACTERIZACION DE MATERIALES
COMPUESTOS TERMOPLASTICOS OBTENIDO A PARTIR
DE FIBRAS CONTINUAS DE ARAMIDA”**

OPCION III

(PROYECTO DE INVESTIGACION)

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO

PRESENTA:

José Luis Mena Tun

MERIDA, YUCATAN, MEXICO

2001

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1 ASPECTOS TEORICOS	
1.1 FIBRAS TEXTILES	4
1.1.1 Rayón	5
1.1.2 Polyester	6
1.1.3 Nylon	7
1.1.4 Origen de las aramidas	7
1.1.4.1 Propiedades	8
1.1.4.2 Método de preparación	9
1.1.4.3 Información general sobre las fibras de Twaron®	9
1.2 POLIMEROS	10
1.2.1 Termofijos	10
1.2.2 Termoplásticos	11
1.2.2.1 Polietileno de alta densidad (HDPE)	12

1.2.2.2 Polipropileno	12
1.2.2.3 Polietilén tereftalato	13
1.2.3 Elastómeros	14
1.3 ANALISIS TERMICO	14
1.3.1 Calorimetría diferencial de barrido (DSC)	15
1.3.2 Análisis termogravimétrico	16
1.4 ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO	17
1.5 ANALISIS MECANICO	18
1.5.1 Esfuerzo y deformación	19
1.5.2 Módulo de elasticidad	21
1.5.3 Diagrama esfuerzo-deformación	22
1.5.4 Resistencia al impacto	24

CAPITULO 2 MATERIALES COMPUESTOS

2.1 GENERALIDADES	26
2.1.1 Clasificación	27
2.2 INTERFASE FIBRA-MATRIZ	28
2.2.1 Adhesión en la interfase fibra-matriz	29
2.2.2 Métodos de prueba interfacial	32
2.2.3 Tipos de curvas fuerza-desplazamiento	36
2.3 PREPARACION DE MATERIALES COMPUESTOS	
FIBRORREFORZADOS	37
2.3.1 Preparación de "prepregs" por métodos tradicionales	38

2.3.2 Preparación de “prepregs” usando preimpregnación por polvos	39
2.3.2.1 Separación de las fibras	39
2.3.2.2 Impregnación de las fibras	40
2.3.2.3 Consolidación	41
2.3.2.4 Automatización del proceso	43
2.4 ESFUERZO EN UNA LAMINA UNIDIRECCIONAL	44
2.4.1 Esfuerzo de tensión longitudinal	44

CAPITULO 3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.1 MATERIALES EMPLEADOS	49
3.2 ANALISIS TERMICO DE LOS MATERIALES EMPLEADOS	49
3.3 EXTRACCION DEL “SIZING” DE LAS FIBRAS	50
3.3.1 Recuperación del “sizing”	50
3.4 CARACTERIZACION MECANICA DE LA FIBRA DE TWARON®	51
3.4.1 Medición de los diámetros	51
3.4.2 Prueba de tensión	52
3.5 CARACTERIZACION DE LA INTERFASE POR EL METODO DE LA MICROGOTA	53
3.5.1 Formación de las gotas	53
3.5.2 Longitud embebida	53
3.5.3 La prueba de la microgota	53
3.6 PREPARACION DE LOS MATERIALES COMPUESTOS	54
3.6.1 Separación de las fibras	54

3.6.2 Preimpregnación por polvos	55
3.6.3 Moldeo	56
3.7 CARACTERIZACION MECANICA DE LOS MATERIALES COMPUESTOS	57
CAPITULO 4 RESULTADOS Y DISCUSION	
4.1 PROPIEDADES TERMICAS DE LOS MATERIALES	59
4.2 PROPIEDADES MECANICAS DE LA FIBRA	61
4.3 RESULTADO DE LA EXTRACCION	66
4.4 FORMACION DE LAS GOTAS	68
4.5 RESULTADOS DE MICROGOTA	69
4.6 PREPARACION DE LOS MATERIALES COMPUESTOS	73
4.7 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS A TENSION DE LOS MATERIALES COMPUESTOS	77
CAPITULO 5 CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFIA	84

PROLOGO

Tradicionalmente un material compuesto reforzado con fibras continuas es preparado con métodos relativamente simples usando matrices termofijas, ya que éstas son líquidas a temperatura ambiente y fácilmente impregnán a las fibras; su capacidad de mojado es muy alta debido a que presentan una baja viscosidad.

En el caso de los termoplásticos, para que mojen las fibras reforzantes se requiere fundir el polímero a altas temperaturas. Bajo estas condiciones, un termoplástico normalmente se comporta como un líquido muy viscoso, lo que hace que la impregnación sea dificultosa ya que se presentan problemas de transferencia de calor y de flujo de fluidos en el momento de la manufactura del material compuesto.

Un "prepreg" es un material compuesto que consiste en una lámina delgada de una matriz reforzada con fibras continuas unidireccionales. Los "prepregs" son materiales precursores usados para la fabricación de piezas terminadas. Mediante la sobre posición de estas láminas, unas con otras pueden ser orientadas en distintas direcciones para satisfacer las necesidades de resistencia que requiera el diseño de una pieza en particular según su estado de esfuerzos. En el presente trabajo se

explora la posibilidad de preparar "prepregs" termoplásticos usando el método de polvos el cual consiste en preimpregnar las fibras reforzantes con un baño de partículas las cuales se adhieren parcialmente al fundirlas, convirtiéndose en gotas. La idea general es preimpregnar las fibras con la matriz termoplástica de tal forma que pequeñas cantidades de la matriz se adhieran a lo largo de toda la fibra de tal forma que al moldear el material compuesto, la transferencia de calor sea más simple ya que ésta se lleva a cabo en pequeñas partículas que rodean las fibras y además la distancia neta que la matriz tiene que fluir al fundirse es relativamente menor ya que prácticamente rodea a las fibras.

En el capítulo 1 se discuten las propiedades físicas y fisicoquímicas de los materiales empleados en el presente trabajo para la fabricación de los "prepregs". Primero se discuten el origen y las propiedades de las fibras de aramida. La fibra de aramida empleada fue Twaron[®], fabricada por Akzo Nobel; también se mencionan algunas de sus aplicaciones. Seguidamente se discuten las propiedades de los polímeros y se describen las técnicas empleadas para su estudio a fin de conocer su naturaleza física y química. Por último se discuten los conceptos y definiciones empleados en el análisis de las propiedades mecánicas de un material.

El capítulo 2 primero trata las generalidades de los materiales compuestos y su clasificación, se discute un concepto muy importante que determina en gran medida las propiedades físicas y mecánicas de los mismos: La interfase. Posteriormente se da una descripción de los métodos tradicionales usados para la preparación de materiales compuestos y se describe el método de polvos que se usará en el presente trabajo para la preparación de materiales compuestos termoplásticos. Se

completa la teoría presentando el comportamiento de un material compuesto fibrorreforzado unidireccionalmente sometido a un esfuerzo de tensión uniaxial.

El capítulo 3 describe las técnicas y los procedimientos experimentales que se llevaron a cabo en el desarrollo del presente trabajo.

El capítulo 4 presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos de la caracterización de la fibra, las matrices, la interfase fibra/matriz y los materiales compuestos que se obtuvieron.

El capítulo 5 presenta las conclusiones del trabajo desarrollado.