

Plan de tesis de grado de Ingeniería Mecánica

Título: MATERIALES COMPUESTOS EPOXI/FIBRA DE CARBONO PARA APLICACIONES AEROSPAZIALES

Dirección: Dres. Celina Bernal (ITPN, FIUBA-CONICET) y Exequiel Rodríguez (INTEMA, UNMDP-CONICET)

Lugar de trabajo: Grupo de Propiedades Mecánicas y Fractura, Instituto de Tecnología en Polímeros y Nanotecnología (ITPN), FIUBA, Av. Las Heras 2214, CABA.

El presente plan de tesis se enmarca en un proyecto más amplio (Proyecto PIDDEF 2016 COMPAV) en el que se propone realizar el desarrollo de un demostrador tecnológico de carcasa de motor de cohete de combustible sólido, fabricado por la técnica de bobinado de filamentos. Los motores de propulsante sólido (SRM) exigen de la carcasa características estructurales en términos de resistencia a las cargas estáticas y dinámicas, así como rigidez pero también propiedades térmicas. Para ello se estudiarán las matrices de los materiales compuestos, se seleccionará el tipo de fibras a emplear, y se analizará el efecto en las propiedades finales de las principales variables de procesamiento. Luego se fabricarán probetas planas y finalmente probetas cilíndricas que serán caracterizadas en términos de nivel de defectos, propiedades fisicoquímicas y mecánicas.

A continuación se detallan las actividades propuestas para el desarrollo del presente plan de tesis.

(a) Selección de la resina y el refuerzo a utilizar en los materiales compuestos

Luego de una revisión bibliográfica exhaustiva y en base a resultados previos del grupo donde se desempeñará el tesista, se adquirirán las materias primas a utilizar en el desarrollo de los tubos obtenidos por bobinado de filamentos. De esta manera, se formularán sistemas químicos para poder obtener materiales compuestos polímero/fibra para aplicaciones de alto desempeño. Deberán cumplir requisitos de procesabilidad y de propiedades mecánicas finales. Desde el punto de vista del procesamiento, se requiere que el sistema posea una viscosidad adecuada (típicamente menores a 1000 cP a una temperatura no mayor a los 60 °C) junto a un tiempo de vida suficiente, que permita que la reacción no avance de manera significativa durante la formación de la pieza. Los sistemas deben asegurar valores adecuados de temperatura de transición vítrea, rigidez, resistencia a la tracción y fundamentalmente tenacidad.

Para conocer el comportamiento real del material compuesto, se pueden realizar ensayos de envejecimiento que miden la pérdida de propiedades (físicas y mecánicas) a lo largo del tiempo en un ambiente dado de modo de definir las condiciones de almacenamiento. El envejecimiento puede ser natural o acelerado y se lleva a cabo sometiendo al material a las condiciones de trabajo reales a las que estará sometida en servicio. En el caso del tubo motor: básicamente temperaturas extremas y diferentes condiciones de humedad. En los ensayos de envejecimiento acelerado se trata de extrapolar las condiciones creadas en laboratorio a las condiciones reales a las que se someterá la pieza a lo largo de su vida útil.

En esta primera etapa, se caracterizarán distintas resinas epoxi en condiciones de recepción y luego de ensayos de envejecimiento acelerado en una cámara de temperatura y humedad controlada. Como resultado de esta actividad se seleccionará la combinación óptima de resina epoxi/fibra de carbono para el desarrollo del bobinado de filamentos.

(b) Desarrollo y caracterización de materiales compuestos

Se fabricarán materiales compuestos basados en la combinación epoxi-fibra de carbono por moldeo por compresión utilizando diferentes configuraciones geométricas con el fin de optimizar las propiedades mecánicas del material compuesto e identificar y obtener los parámetros necesarios para la modelización posterior del material bobinado en forma de tubos. (La modelización será desarrollada por otros miembros del grupo). Se realizará la caracterización térmica, morfológica y mecánica de los materiales compuestos así como también de las propiedades interfaciales. Como resultado de esta actividad se definirán los parámetros de proceso y materiales a utilizar en la siguiente actividad.

(c) Fabricación de tubos de material compuesto por la técnica de bobinado de filamentos

Se fabricarán tubos de material compuesto por la técnica de bobinado de filamentos en base a los parámetros del proceso definidos en la simulación, ya que estos influyen de manera decisiva en las prestaciones y particularmente en la anisotropía de las propiedades mecánicas, regulando así la performance del tubo. Se realizará la caracterización mecánica a partir de muestras directamente extraídas de los tubos mediante ensayos de tracción uniaxial, ensayos de disco partido y también ensayos hidráulicos de reventón de tubos enteros. Luego se procederá en un esquema de optimización de los parámetros de fabricación variando diámetro, espesor y ángulo de bobinado para obtener un tubo apto para fabricar una carcasa de motor cohete de combustible sólido, según normas SMC Standard SMC-S-006 "Solid Rocket Motor Case Design And Test".

(d) Caracterización mecánica de los tubos

En esta etapa final, se realizarán los ensayos característicos para identificar los parámetros del material obtenido por bobinado de filamentos. Se determinará la resistencia aparente, a partir de las tensiones circunferenciales. Además, en la caracterización mecánica son esenciales los ensayos hidráulicos y de colapso, para verificar los diseños para aplicaciones con presión interna. En base a los requerimientos establecidos en SMC-S-006 (SPACE AND MISSILE SYSTEMS CENTER STANDARD, SOLID ROCKET MOTOR CASE DESIGN AND TEST, 2008) se verificarán los estándares alcanzados.

Cronograma:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Act. (a)	X	X	X	X								
Act. (b)				X	X	X	X					
Act. (c)							X	X	X			
Act.									X	X	X	X

