

Tesista: Hugo A. Flores

Ingeniero Químico. Universidad Nacional de San Luis.

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

Tema: "Uso de reactivo diluyente en la fabricación de caños de ERFV"

Director de Tesis: Dra. Carmen Riccardi

Co-director de Tesis: Dra. Laura A. Fasce

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

Fecha de Defensa: 26 de marzo de 2012

Jurados: Dr. Analía Vázquez (Universidad de Buenos Aires)

Dra. Silvia Barbosa (Universidad Nacional del Sur)

Dr. Pablo Stefani (Facultad de Ingeniería, UNMDP)

Resumen:

Este trabajo analiza una alternativa para incrementar la productividad de una planta de fabricación de caños de epoxi reforzados con fibra de vidrio, ERFV. Los caños se producen a partir de mezclas reactivas de epoxi-anhídrido (DGEBA/MTHPA) por el proceso de *Filament Winding*. La productividad depende fundamentalmente de la velocidad de devanado y del tiempo de curado. La propuesta consiste en disminuir los tiempos de curado utilizando un mayor contenido de catalizador y optimizando los ciclos de curado.

El sistema actual utiliza un 3% de catalizador. Un análisis económico realizado en la planta demostró que es posible un aumento de productividad del 20% y del 40% si se utilizan contenidos de 4% y 5.5% de catalizador, respectivamente. Sin embargo, el sistema más catalizado no es procesable. La reacción química se dispara al aumentar la temperatura para facilitar el mezclado de los reactivos. Se propone bajar la viscosidad de la mezcla reactiva utilizando un diluyente.

Uno de los principales desafíos planteados por esta alternativa es evitar el detrimento del producto actual dado su alto nivel de aceptación en el mercado y sus buenas propiedades en servicio. Además la propuesta no debe impactar en los costos fijos y variables del producto. El agregado de un reactivo diluyente alifático, DGEBD, es una solución eficaz para los problemas de procesamiento y cumple con los requisitos económicos planteados.

En el transcurso del trabajo se emplearon gran cantidad de las técnicas habituales en ciencia de materiales y se desarrollaron nuevas herramientas de análisis y métodos de ensayo. Además se desarrolló una máquina devanadora a escala de laboratorio.

Para analizar el efecto de la modificación en el sistema químico se realizaron estudios cinéticos, se determinaron las propiedades térmicas y mecánicas de la matriz y de los materiales reforzados. Además se prepararon caños con las nuevas formulaciones y se evaluó su desempeño mediante los ensayos habituales de control de calidad.

Se encontró una correlación empírica que permite predecir la viscosidad de la mezcla reactiva en función de la temperatura y del contenido de reactivo diluyente. Se construyeron los diagramas CTT y TTT para caracterizar térmicamente el comportamiento del sistema actual.

Se halló un modelo mecanístico capaz de describir la velocidad de la reacción epoxi-anhídrido bajo cualquier condición térmica y composición (con y sin fibra de vidrio con o sin reactivo diluyente y con distintos porcentajes de catalizador).

Como el diluyente es reactivo no produce un detrimento significativo en la calidad del producto final. La temperatura de transición vítrea de la matriz disminuye linealmente con el contenido de reactivo diluyente. Si embargo para los porcentajes requeridos en el procesamiento la misma se mantiene muy por encima de la temperatura de servicio de los caños. Las propiedades mecánicas a corto plazo de la matriz y de los materiales reforzados con FV no muestran variaciones importantes con respecto a las del sistema usado actualmente. Además el análisis de la morfología de las superficies de fractura mostró indicios de una mejora en la adhesión entre fibra y matriz con el contenido de diluyente reactivo. En los ensayos de explosión los sistemas modificados también mostraron una leve mejora en su desempeño.

Para optimizar el proceso de producción y mejorar la calidad del producto, se modeló la etapa de curado del proceso de *Filament Winding*. El modelo se obtuvo a partir de un balance de energía en estado transitorio unidireccional en el que se incluyó el modelo cinético en el término de generación de calor y se resolvió por diferencias finitas. Con él se optimizaron los ciclos de curado para todos los productos que se fabrican actualmente, se diseñaron ciclos de curado para productos nuevos y se analizó el efecto de distintas

variables de procesamiento, efectos que constituían hasta la actualidad, grandes mitos industriales.