



Estudio de las propiedades adhesivas de composites epoxi reforzados con polvo de cobre para diferentes tiempos de curado

Estudo das propriedades adesivas de compósitos de epóxi reforçados com pó de cobre para diferentes tempos de cura

John Yago Erikson Santos

Universidad Federal de Sergipe (UFS), Aracaju-SE
jonhyagoo@yahoo.com.br

José Aguiar dos Santos Junior

Universidad Federal de Sergipe (UFS), Aracaju-SE
aguiar@academico.ufs.com

Marina Elizabeth Dias Altidis

marina.altidis@caruaru.ifpe.edu.br

Alexandre Carlos Rodrigues Ramos

Universidad Federal de Sergipe (UFS), Aracaju-SE
alexandre.carlos.ramos@gmail.com

Sandro Griza

Universidad Federal de Sergipe (UFS), Aracaju-SE
griza@ufs.br

Jaqueline Dias Altidis

Universidad Federal de Sergipe (UFS), Aracaju-SE
jaquelinealtidis@yahoo.com.br

RESUMEN

La membresía es relevante para muchas áreas científicas y se ha convertido en un importante campo de estudio, especialmente en sectores de alta tecnología como las industrias aeroespacial y automotriz. Los investigadores están cada vez más interesados en analizar las posibilidades de mejorar las propiedades adhesivas. Recientemente, parámetros como el proceso de curado y la adición de partículas metálicas en matrices adhesivas se han estudiado de forma masiva para aumentar el rendimiento de los adhesivos en términos de propiedades mecánicas. Este artículo tiene como objetivo evaluar la influencia del tiempo de curado en las juntas encoladas a través del análisis de la tensión de cizallamiento y la adhesión de las juntas conectadas por adhesivos compuestos que fueron reforzados con la adición de polvo de cobre en la matriz epoxi aplicada en placas de acero, en la configuración de una sola vuelta, mediante simples ensayos mecánicos de cizallamiento.

Palabras clave: adhesión, adhesión, compuestos



1 INTRODUCCIÓN

Las juntas adhesivas son ampliamente utilizadas en diferentes áreas de aplicación de ingeniería, como en ingeniería civil, aeroespacial y automotriz, así como en otros sectores industriales. Su uso ha aumentado en relación a las uniones mecánicas, debido a la existencia de excelentes propiedades de las juntas adhesivas, como buenas resistencias a la corrosión, alta relación carga-peso y además su proceso de fabricación es relativamente más fácil. Se han realizado investigaciones para comprender las propiedades mecánicas y estructurales de estas juntas. ¹ En consecuencia, ha habido una gran demanda para la optimización de las propiedades de las juntas adhesivas, y un número creciente de investigadores se han prestado a estudiar qué parámetros interfieren directa o indirectamente en su rendimiento. Se ha demostrado que las propiedades mecánicas de las juntas adhesivas dependen de una gran cantidad de factores, incluido el tipo de adhesivo y sustrato utilizado, el método de limpieza del sustrato, los métodos de realización de la unión, la preparación de la superficie, la temperatura y el tiempo de curado, la rugosidad del sustrato y los parámetros geométricos del lecho adhesivo. ²

Uno de los parámetros que es muy importante en las propiedades de las juntas pegadas es el tiempo de curado. Las propiedades de cada polímero y consecuentemente de los adhesivos dependen de las condiciones en las que se lleve a cabo el curado. Dos parámetros de control esenciales para el desarrollo eficiente de las juntas adhesivas son el tiempo y la temperatura del curado adhesivo. ³ Por supuesto, es importante enfatizar que el procedimiento de curado debe llevarse a cabo en un dispositivo de posicionamiento adecuado para el proceso de unión, a fin de garantizar la alineación y el espaciado deseados y controlar el grosor de la capa adhesiva. La adición de componentes metálicos está destinada a cambiar las propiedades físicas, mecánicas o fisicoquímicas del adhesivo, como el peso, la trabajabilidad, la resistencia cohesiva y el cizallamiento. Añadidos a la mezcla adhesiva en forma de polvo, los metales pueden modificar fácilmente el comportamiento de la interfaz sustrato-adhesivo, proporcionando fenómenos como el anclaje mecánico, el aumento de la resistencia al cizallamiento y modos de falla diferentes de los observados originalmente. ⁴

Teniendo en cuenta la importancia de optimizar las propiedades de los adhesivos, este trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia del tiempo de curado en las juntas pegadas con adhesivo epoxi reforzado con polvo de cobre. Con este fin, se utilizaron

pruebas de cizallamiento para juntas superpuestas simples, las llamadas pruebas de juntas de una sola vuelta (SLJ), con el fin de disuadir la fuerza de las juntas.

2 METODOLOGÍA

Las muestras se fabricaron a partir delacas de acero AISI 1020 que se utilizaron como sustrato. Sus superficies se limpiaron adecuadamente con acetona y sus dimensiones se basaron en la norma ASTM D1002-99 (longitud de 102 mm, ancho de 25,4 mm y grosor de 1,6 mm).

Para el proceso de unión, se utilizó una resina epoxi - Epoxiglass P30-A, con la adición de Epoglass P30-B como agente de curado (endurecedor). La relación resina/endurecedor por volumen fue de 1:0,6, sugerida por el fabricante. Este adhesivo se utiliza comercialmente para diversas aplicaciones, como la unión de hormigón, hierro, acero y plásticos rígidos para uso estructural y también se puede utilizar para la encapsulación de equipos de la industria electrónica.

Para la fabricación del composite se utilizó la resina epoxi con un 15% en volumen de polvo de cobre de la marca PAC el polvo de cobre se pasó en el tamiz de 75 μm . En la Figura 2 (a) se puede observar la mezcla de resina epoxi con polvo de cobre, lista para ser aplicada a las muestras metálicas.

Después de la adición del adhesivo en la superficie de las muestras metálicas, se acoplaron al dispositivo de unión como se puede ver en la Figura 2 (b), y se sometieron a un proceso de curado de 1, 15, 30 y 60 días. Los procesos de curado de los adhesivos se llevaron a cabo a temperatura ambiente ($24 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$) y humedad relativa de $71 \pm 5\%$ HR. Para controlar el espesor de la capa adhesiva, se utilizó un dispositivo de unión diseñado específicamente para la fabricación de juntas superpuestas simples basadas en ASTM D1002-99. La evaluación de la resistencia de las juntas encoladas se realizó a través de la prueba de cizallamiento mecánico. Para las pruebas, se utilizó la máquina servohidráulica MTS BionixLandmark 370.02, con una carga máxima de 15KN.

Figura 2. a) Mezcla de la matriz epoxi con un 15% de Cu y b) muestras fijadas al dispositivo



3 RESULTADOS y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados de la prueba de resistencia al cizallamiento para el adhesivo epoxi puro y el adhesivo compuesto reforzado con polvo de cobre.

Tabla 1. Resistencia al cizallamiento

Tipo de adhesivo	Resistencia media \pm desviación estándar (MPa)
Epoxi puro	2,94 \pm 0,30
Epoxi reforzado con polvo metálico	3,15 \pm 0,06

Podemos observar que no hubo cambios significativos en las propiedades adhesivas del epoxi puro y el compuesto reforzado con polvo metálico de cobre, es decir, la incorporación de polvo metálico no interfiere en las propiedades adhesivas.

Para el compuesto reforzado con polvo de cobre al 15%, se realizaron pruebas de cizallamiento simples variando el tiempo de curado de 1, 15, 30, 45 y 60 días. Los resultados se presentan en la Tabla 2 y podemos observar que el compuesto no perdió sus propiedades adhesivas con el aumento de los días de curación. El polvo metálico no disminuyó las propiedades adhesivas y el refuerzo metálico aumentando el tiempo de curado no degradó la resina y conservó sus propiedades adhesivas.



Tabla 2. Influencia del tiempo de curado en la resistencia al cizallamiento en adhesivos compuestos

Tiempo de curado del adhesivo compuesto	Resistencia media \pm desviación estándar (MPa)
1 día	3.151 \pm 0,06
15 días	3.207 \pm 0,34
30 días	3.460 \pm 0,06
45 días	3.532 \pm 0,46
60 días	3.493 \pm 0,09

4 CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados mostraron que no hubo cambios en las propiedades adhesivas con la incorporación del refuerzo metálico en relación con el epoxi puro y el estudio mostró que los valores de adhesión y adhesión permanecen constantes con el aumento del tiempo de curado del adhesivo, es decir, no hubo pérdida de las propiedades adhesivas aumentando el tiempo de curado.

AGRADECIMIENTOS

La Universidad Federal de Sergipe y el CNPq.



REFERENCIAS

1. K. D. D. Tobias “Investigating the suitability of roughness parameters to assess the bond strength of polymer-metal hybrid structures with mechanical adhesion. Composites Part B, 2017, 20-25.
2. S. Budhe; M. D. Baneam; S. Barros; L. F. M. Silva review of adhesively bonded joints in composite materials. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2017 Vol. 72, pp. 30-42.
3. N. Mendes, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2005.
4. J.D. Altidis, Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, 2013.