

DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS CON MEMORIA DE FORMA

D.D. Méndez López, A.R. Gutiérrez Amézquita, B.González Rolón

Universidad de Guanajuato, división de ingenierías campus Irapuato-Salamanca, Carretera Salamanca - Valle de Santiago Km. 3.5 + 1.8; Comunidad de Palo Blanco; Salamanca, Gto.México.

dd.mendezlopez@ugto.mx

ar.gutierrezamezquita@ugto.mx

barbara@ugto.mx

Resumen

En esta investigación se obtuvo un material compuesto de (shape memory alloy) SMA NiCu y polietileno de alta densidad virgen, se logró la unión de los materiales mediante la técnica de carga mecánica y temperatura. Se obtuvieron cinco mezclas de las cuales una de ellas fue SMA de NiCu nanoestructurado con polietileno de alta densidad virgen la cual muestra la posibilidad de lograr materiales compuestos con memoria de forma. Los resultados exhibieron el principio de lo que puede llegar a ser un estudio más avanzado para entender la metodología para la producción de materiales compuestos de metales y polímeros con memoria de forma.

Palabras clave: Composite, SMA NiCu, temperatura, carga mecánica, nanoestructurado.

Antecedentes

Actualmente las aleaciones con memoria de forma SMAs su estudio se ha vuelto importante, con el propósito de aplicarlos en implantes en seres vivos. En el campo de la salud, la aplicación de las SMAs es en ortodoncia donde aleaciones como el NiTi han exhibido resultados favorables con propiedades como la super-elasticidad y la pseudo-elasticidad [1].

Aunque actualmente los biomateriales metálicos se utilizan ampliamente en el área de la salud, las nuevas alternativas son los materiales SMAs como el NiTi. Que pueden alcanzar recuperaciones super-elásticas superiores al 10% de deformación en contraste, con los biomateriales metálicos convencionales en los que su campo elástico es normalmente inferior al 0.59 de deformación. [2]

Introducción

Existen varios tipos de aleaciones SMAs, pero el 90% de las nuevas propuestas están basadas en NiTi, NiTiCu y NiTiNb, alterando su composición o agregando un elemento ternario cambian sus propiedades. En la presente investigación se buscará obtener un material compuesto de NiCu-POLIETILENO. En el cual se investigará si existen las propiedades de material de memoria de forma.

El ciclo de histéresis en aleaciones con NiCu no suele ser tan pronunciado como NiTi sin embargo por sus propiedades de deformación se escogió para esta investigación

En estas aleaciones se puede alterar su rango de temperatura de transformación, alterando así su memoria de forma y el estado super elástico de la aleación mediante alteraciones en el porcentaje de adición de los elementos en la aleación. Buscando en esta investigación formar un material compuesto entre NiCu SMAs y POLIETILENO.

Metodología

Experimento 1: carga aplicada.

La SMA NiCu de MERCK, fue mezclada con polietileno de alta densidad virgen. Se determinó la temperatura vítrea T_v , y T_b del polietileno virgen en un equipo de BUCHI Melting point B-540. Una vez que se llevó a cabo la prueba, se determinó que la temperatura vítrea es de 170°C, mientras que la temperatura de fusión es de 295°C.

Prueba de tensión

Para determinar las propiedades de transformación con carga del NiCu SMA se sometió a tensión en una maquina universal Chatillon LR10K figura 1.

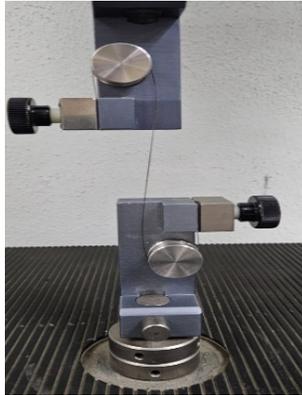


Figura 1. Prueba de tensión a una muestra del alambre NiCu.

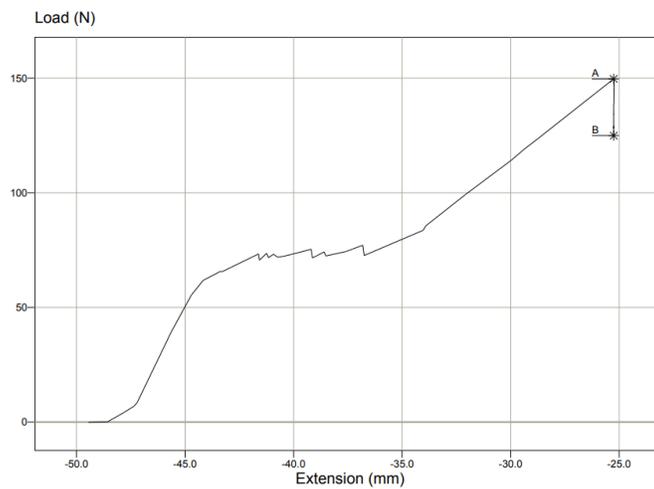


Figura 2. Gráfica carga vs elongación.

Para obtener la unión entre el SMA NiCu y el polietileno se hizo un arreglo con una distribución figura 3.

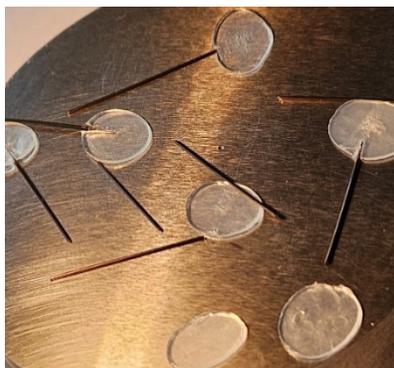


Figura 3. Arreglo polietileno-NiCu SMA después de una carga aplicada de 100 ksi.

Esta distribución se introdujo en un cilindro de prueba 2091.2 CARVER. Este se metió en una heated platen CARVER manipulada en una prensa modelo 3851-0 con carga de 100 ksi.

Una vez que se culminó la prueba con la carga aplicada, se analizó los resultados en un microscopio.



Figura 4. Vista En el microscopio del arreglo de polietileno-NiCu, con carga aplicada.

Experimento 2: Temperatura de transformación.

En esta segunda prueba, el objetivo fue lograr una integración mayor en ambos materiales.

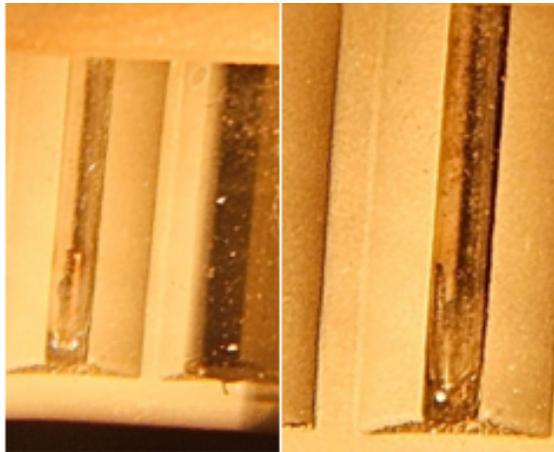


Figura 5. Determinación de la temperatura de transformación del alambre de NiCu a) antes de meter temperatura b) transformación del alambre.

Para llevar a cabo esta fase de experimentación, se determinó las transformaciones con temperatura del alambre NiCu SMA en BUCHI Melting point B-540. Se determinó la temperatura de transformación del NiCu SMA es de 335°C.

Experimento 3: Carga y temperatura aplicada.

Considerando los resultados obtenidos de las pruebas de temperatura, se diseñó otro experimento con el arreglo figura 4 con el polietileno de alta densidad virgen y la SMA NiCu se empleó la misma metodología que en los experimentos 1 y 2 a una temperatura de 250 °C.



Figura 6. Arreglo de polietileno-NiCu sometida a carga aplicada a 250°C



Figura 7. Imagen 100x del resultado de la prueba 3.

En la figura 7 se observa, formaciones aleatorias alrededor del alambre de polietileno cristalizado.

Experimento 4: Arreglo de polietileno-NiCu SMA en menores dimensiones.

Observando los resultados de las pruebas anteriores y buscando conseguir una unión más eficiente, se aplicó el arreglo polietileno de alta densidad virgen con fragmentos de menor tamaño en comparación a pruebas anteriores de alambre de SMA NiCu. Se repitió la misma metodología de las pruebas anteriores figura 8.



Figura 8. Imagen 100x del resultado de la prueba 4.

Experimento 5: Nanoestructuras.

Debido a los resultados obtenidos en las 3 pruebas anteriores se consideró que para tener una mayor integración de los materiales se agregó una mayor concentración de NiCu en forma de nanoestructuras siguiendo la misma metodología de los tres experimentos anteriores figura 2, 3 y 4.



Figura 9. Arreglo de polietileno con nanoestructuras de alambre de NiCu SMA sometida a carga aplicada a 250°C.



Figura 10. Imagen 100x del resultado de la prueba 4.

Resultados

En el experimento 1 se obtuvo un sistema poco integrado de los componentes lo cual no satisfizo los objetivos planteados en esta investigación figura 1 y 2.

Para el experimento 3 se obtuvo un sistema más integrado entre los componentes según muestra la figura 4, sin embargo, en este experimento no se logró aún la integración completa del sistema. De la misma forma no se lograron los objetivos planteados.

Al tener una unión más uniforme y estable en más nodos se concluyó que la adición de una temperatura de 250°C al aplicar la compresión en la prensa es un proceso efectivo y se deben realizar más pruebas.

Con la prueba 4 se realizó un arreglo de dos segmentos de alambre de SMA NiCu con polietileno de alta densidad virgen en medio de estos y con la incrustación de nanoestructuras sobre el mismo.

Los resultados observados fueron una unión aún más uniforme, fuerte y más homogénea. Se observó como el polietileno se nota fundido, pero a la vez unido por presión al alambre.

Conclusiones

Resultado de la investigación realizada se determinó que una unión completa entre ambos materiales es posible pero no al nivel deseado donde las propiedades de ambos se alteren y mezclen pues en las pruebas no se exhibió una mayor memoria de forma. Además, las diferentes temperaturas de transformación entre los componentes impiden apreciar el fenómeno de memoria de forma del polietileno de alta densidad virgen.

Se recomienda más investigación en este campo de estudio.

Bibliografía

- [1] (Nickel-titanium (NiTi) arch wires: the clinical significance of super elasticity. Br Dent J 211, 125 (2011).).
- [2] (Gill, F. J., & Planell, J. A. (s. f.). Aplicaciones biomédicas del titanio v sus aleaciones. *RIOMECANICA-ORIGINALES.*)
- [3]Univision. (s. f.). Metales con memoria: el nitinol y un truco que te vuela el cerebro. Univision.
<https://www.univision.com/explora/metales-con-memoria-el-nitinol-y-un-truco-que-te-vuela-el-cerebro>
- [4] (Shape Memory alloys: Modeling and engineering applications. (2007). Dimitris C. Lagoudas.
<https://doi.org/10.1007/978-0-387-47685-8>)
- [5] Gómez López, A., & Díaz del Castillo Rpdriíguez, F. (2011). NITINOL UN BIOMATERIAL CON MEMORIA DE FORMA.
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/Nitinol_un%20biomaterial.pdf