

Materiales con memoria de forma: ciclado pseudoelástico y ciclado térmico bajo carga

Dra. Rosana Gastien

rgastien@citedef.gob.ar

División Aleaciones Especiales-Departamento de Investigaciones en Sólidos
CITEDEF-UNIDEF (MINDEF-CONICET), J.B. La Salle 4397, Villa Martelli

Los materiales con memoria de forma están dentro de la categoría de los llamados materiales “inteligentes”, que ante un estímulo externo son capaces de modificar de manera controlada y reversible algunas de sus propiedades. Estos materiales tienen la capacidad de cambiar su forma mediante la aplicación de un estímulo externo y “recordarla” para volver a su forma original.

Las aleaciones metálicas con memoria de forma (en inglés *SMA: Shape Memory Alloys*) son de gran interés tanto científico como tecnológico ya que poseen un comportamiento termomecánico muy diferente al resto de los materiales metálicos conocidos.

Estos metales luego de una severa deformación son capaces de recuperar su forma original tras un calentamiento. Este curioso comportamiento es llamado “efecto memoria de forma”, en el cual el material con la aplicación de cargas muy bajas pueden alcanzar deformaciones muy grandes y luego de manera reversible recuperar su forma original con un determinado calentamiento.

Por otro lado, estos mismos materiales también son capaces de ser “superelásticos”: en un determinado rango de temperaturas pueden ser deformados hasta casi un 10% y recuperar su forma original cuando se le quita la carga aplicada.

Estas propiedades tan peculiares aparecen debido a que en estos materiales puede inducirse una transformación de fase no difusiva, llamada transformación martensítica (TM) con características muy particulares, que le dan el carácter reversible a este proceso. Esta TM puede ser inducida tanto por aplicación de carga mecánica como por enfriamiento. También es posible inducirla combinando ambos estímulos.

Estas propiedades distintivas hacen que estos materiales resulten apropiados para diseñar dispositivos que generen fuerza, movimiento o para almacenamiento de energía. Existen toda clase de dispositivos actuadores/sensores que utilizan materiales con memoria de forma como elemento actuador.

Para desarrollar aplicaciones basadas en estos materiales resulta necesario obtener parámetros de diseño que surgen de someter al material bajo las condiciones de trabajo requeridas. Una de las técnicas que permiten este tipo de caracterización es el ciclado térmico bajo carga.

Para esto se utiliza un dispositivo especial diseñado en CITEDEF que, montado en una máquina de ensayos mecánicos, permite obtener curvas de elongación vs. temperatura. Se analiza el efecto de los niveles de precarga sobre las

temperaturas críticas e histéresis térmica de la TM, la repetitividad de las curvas y el tipo de transformación inducida. La evolución de estos parámetros debe ser monitoreada para poder diseñar aplicaciones.

El equipo consta de un dilatómetro, encargado de mantener la carga aplicada por la máquina de ensayos, y unas mordazas calefactoras que transmiten a la muestra la sollicitación axil y la potencia térmica necesaria para que se produzca la TM.

El dilatómetro se compone de un sistema de guías rectificadas dotadas de rodamientos lineales para reducir al mínimo el rozamiento durante el ensayo. Los resortes acoplados a las guías mantienen la carga y la muestra tensionada durante el ciclo. Un sensor de desplazamiento de tipo LVDT sensa la deformación de la muestra.

Utilizando una placa de adquisición conectada a una termocupla tipo K y un multímetro se miden la temperatura de la muestra y la señal del LVDT (elongación). Los datos se adquieren a la PC con un programa de LabView.

Los ensayos realizados con este dispositivo permiten obtener las temperaturas críticas de transformación y retransformación con su respectivo ancho de histéresis, la elongación de la probeta producto de la TM y la morfología de la TM inducida.

Por otro lado, también se caracteriza y estudia la respuesta del material frente a la sollicitación de ciclados pseudoelásticos isotérmicos, esto es la realización de ciclos de transformación-retransformación martensítica sólo por aplicación de carga mecánica, a temperatura constante.

El alumno durante el primer cuatrimestre realizará:

- Calibración del equipo de ciclado térmico bajo carga. Esto implica la calibración del LVDT y un estudio de las dilataciones térmicas que se generan durante un ensayo.
- Modificación del sistema de adquisición de datos para ciclados pseudoelásticos. Actualmente la adquisición de datos de los ciclados se realiza mediante el software comercial de la máquina de ensayos. se propondrá al alumno mejorar este sistema de adquisición para optimizar la toma de datos de carga vs. elongación.

Durante el segundo cuatrimestre realizará:

- Ensayos de ciclado térmico bajo carga. Análisis de los datos obtenidos.
- Ciclados pseudoelásticos isotérmicos. Análisis de los datos obtenidos.