

Una mirada a los metales con memoria de forma

¿Qué son los metales con memoria de forma?¹

Todos los metales son *elásticos* hasta cierto punto. Es decir, los podemos deformar un poco (menos del 0,2 %) aplicándole una fuerza, y al quitarle la fuerza, el material retorna sin problemas a su forma original². En cambio, si el metal se deforma más allá de su límite elástico, la pieza queda deformada, ya que la deformación plástica es un fenómeno intrínsecamente irreversible. Como ejemplo de ello, podemos tomar un clip común para papel y retorcerlo con nuestros dedos, con la seguridad de que el clip quedará con la forma que le dimos, sin poder retomar por sí solo su forma original. En cambio, los llamados *metales con memoria de forma* tienen la característica no común, de que al ser deformados (poco o mucho) son capaces de recordar y de recuperar su forma original, por simple calentamiento (Fig. 1). A estos materiales también se los llama materiales *inteligentes*. Este efecto fue observado por la ciencia hace relativamente poco tiempo, recién a mediados del siglo

pasado. Algunos materiales con memoria de forma pueden también presentar el fenómeno denominado *pseudoelasticidad*, otra verdadera anomalía de la naturaleza. En este caso, el material puede ser deformado mucho mediante una fuerza mecánica y al dejar de aplicarla, el material recupera su forma original, sin siquiera necesidad de calentarlo (Fig. 2). Ambos efectos tienen lugar para deformaciones que pueden llegar hasta el 20 % y se presentan, por ejemplo, en aleaciones: cobre-zinc-aluminio, níquel-titanio; hierro-manganeso-silicio y otras.



Autor

Marcos Sade

Doctor en Física (IB)

Investigador Principal CNEA/CONICET

Postdoctorado en Universidad del Ruhr (Alemania) con Beca de Fundación Humboldt

Investigador invitado a la Universidad de las Islas Baleares (España)

Especialista en materiales con memoria de forma

Investigador desde 1981 (CAB/CNEA)

Profesor Asociado (IB)

¿Cómo se explican estos fenómenos?

Se puede asumir que, a una dada presión y temperatura, toda aleación presenta una estructura atómica bien definida, ocupando cada átomo una posición específica en el espacio. Pero si enfiamos el material, su estructura interna se modificará porque los

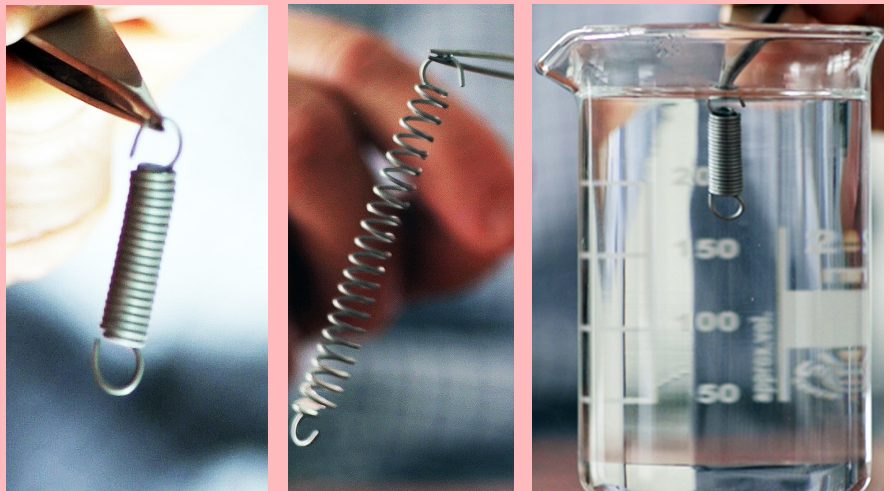


Fig. 1 - Experimento donde un resorte de aleación níquel-titanio con memoria de forma fue estirado más allá de su límite elástico. Luego se ve cómo recuperó su forma original inmediatamente, al sumergirlo en agua caliente. (Gentileza: Lara Sade)

átomos que la componen cambiarán de posición buscando la mayor estabilidad. Normalmente, un cambio de estructura implica *difusión* (es decir, los átomos saltan a posiciones vecinas o se produce infiltración de partículas ajenas al material), lo que entorpece el efecto memoria. Pero, si el cambio de estructura no implica difusión (situación no común), entonces al calentarse el material, los átomos de su estructura recorrerán el mismo camino en sentido inverso, volviendo

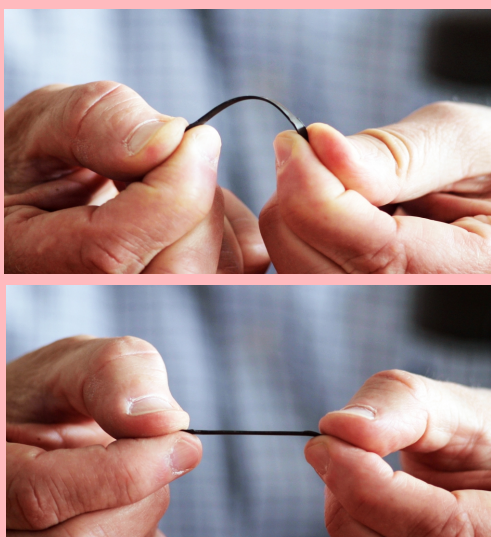


Fig. 2 - Experimento donde se deforma una lámina pseudoelástica mediante la aplicación de una fuerza. Luego se le quita la fuerza y la lámina recupera su forma original. (Gentileza: Alejandra Trifilio)

los átomos a las posiciones iniciales, y el material recuperará la forma original³. En la modificación de la estructura de los materiales pseudoelásticos, tampoco existe difusión⁴.

Aplicaciones

Entre las aleaciones mencionadas, las de níquel-titanio son biocompatibles, abriendo así el camino hacia *aplicaciones médicas* internas al organismo. Es importante destacar que cuando un material con estas características intenta recuperar su forma original y se lo impedimos, ese intento frustrado lleva a que se generen grandes fuerzas internas que pueden ser empleadas con fines útiles. Por ejemplo, en nuestro laboratorio de investigación del Centro Atómico Bariloche⁵, se estudia cómo emplear dicha *fuerza de recuperación* para ayudar a corregir desviaciones óseas en humanos, mediante el desarrollo de dispositivos externos al organismo, lo que no exige *biocompatibilidad*. Por el momento, en dicha investigación se está trabajando con aleaciones de níquel-titanio. La fuerza de recuperación también puede ser usada para mantener unidos tubos metálicos en lugares de instalaciones donde soldar es muy complejo; o para liberar remotamente una antena que viajó plegada y trabada en un satélite artificial recién puesto en órbita⁶. Asimismo, asociado a la deformación

y recuperación de forma existen gastos de energía que permiten pensar en dispositivos disipadores de la energía proveniente de eventos naturales o de vibraciones de otro tipo, evitando posibles daños. Con ese fin, se investiga el empleo de estas aleaciones como material constitutivo de marcos de ventanas u otras instalaciones en construcciones sismo-resistentes. La idea es que la energía propagada por las ondas del terremoto se gaste parcialmente en deformar los materiales con efecto memoria, reduciendo la energía en perjuicio de las estructuras portantes de un edificio. Si pensamos en aleaciones de cobre-zinc-aluminio, se podrían diseñar piezas capaces de proteger de vibraciones perjudiciales a obras de arte en museos. Este tema también se estudia en nuestro laboratorio, en particular usando aleaciones base cobre o de níquel-titanio. Nuestro grupo de trabajo, hoy en día es fuertemente interdisciplinario, con integrantes con formación en física y en ingeniería. Eso nos permite realizar investigación básica y también explorar más en detalle otras posibles aplicaciones.

Debo también mencionar que existen materiales no metálicos, como ciertas cerámicas o policarbonatos, con memoria de forma y que son útiles en otras aplicaciones. Es recomendable buscar información sobre estos temas a través de Google Académico.

REFERENCIAS

- 1 En inglés se los conoce como Shape Memory Alloys (SMA).
- 2 Este proceso cumple la llamada ley de Hooke, que sostiene: el alargamiento que sufre un cuerpo elástico es directamente proporcional a la fuerza que se le aplica.
- 3 Cada vez que nos enfrentamos al efecto memoria de forma o al efecto pseudoelástico en un dado material, hay dos estructuras que están compitiendo por estar presentes y cada estructura constituye una fase de la aleación. A la estructura que es más estable a temperaturas más altas se le llama austenita, y a la que se forma cuando bajamos la temperatura o aplicamos una fuerza se la denomina martensita. De ahí el nombre de transformaciones martensíticas. Los materiales con memoria de forma se caracterizan por presentar transformaciones de fase martensíticas.
- 4 Resulta sencillo mantener controlados los procesos difusivos en materiales donde la difusión tiene lugar a temperaturas altas, siendo que esta se produce a temperaturas mayores que un tercio de la temperatura de fusión del material.
- 5 Dichas investigaciones se llevan a cabo en la División Física de Metales, Gerencia de Física, Centro Atómico Bariloche, CNEA.
- 6 Ver Hojita "Una mirada a la estructura de una antena desplegable para satélites artificiales".

ABREVIATURAS

CAB: Centro Atómico Bariloche
CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
IB: Instituto Balserio (CNEA – Universidad Nacional de Cuyo)



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/ieds

Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2020/2° ISBN: 978-987-1323-12-8