

## Ingeniería de Materiales adquiere moderno equipo para caracterización química de materiales

**Marcela Guzmán O.**  
Vicerrectoría de Investigación y Extensión  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
maguzman@itcr.ac.cr

Un moderno equipo, que le permite hacer análisis de la composición química de materiales cristalinos, adquirió recientemente la Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).

El equipo, llamado difractómetro de rayos X (DRX), vino a consolidar el laboratorio del mismo nombre y sirve de apoyo al curso de análisis térmico y difracción de rayos X que reciben los estudiantes de la carrera de ingeniería de materiales.

Según explicó el ingeniero Teodolito Guillén, Dr.-Ing., encargado del laboratorio, el equipo funciona en materiales que tienen estructuras cristalinas, tales como los óxidos, cerámicas, arcillas y arenas. Los análisis realizados con el DRX son de carácter cualitativo. Eso significa que permite saber cuáles compuestos contiene un material, por ejemplo los compuestos que forman los productos de corrosión que aparece sobre la superficie de un metal; los componentes de un medicamento; los niveles de caliza, silicatos, alúmina, sulfatos y otros componentes que debe tener el cemento *portland* para mantener las propiedades adecuadas.

### Técnicas

En la identificación de los compuestos de un material por métodos de difracción se utilizan diferentes técnicas, tales como la de identificación de fases, que indica cuáles compuestos forman un material; los análisis de estrés o deformación residuales, por medio de los cuales se puede determinar el grado de distorsión y los cambios que sufre un material al ser deformado mecánicamente; análisis de películas delgadas, que permite reconocer el tipo de material y espesor de recubrimientos depositados sobre un material; así como la



tomografía, que permite realizar análisis volumétricos dependiendo del tipo de material, densidad y espesor de la muestra.

Los resultados de las pruebas obtenidas por el DRX son trasladadas a la computadora, siendo ahí en donde los resultados obtenidos, conocidos como difractogramas, pueden ser analizados e interpretados para realizar los reportes respectivos de los análisis.

El doctor Guillén explicó que lo que se busca es que los estudiantes de la carrera de ingeniería en materiales, y de otras carreras, puedan utilizar el equipo para aprender mediante la aplicación de conocimientos (aprender haciendo). Además, el DRX se utiliza para investigación y extensión. En el primer semestre de operación se han realizado múltiples investigaciones estudiantiles y actualmente el equipo es fundamental para realizar proyectos de investigaciones adscritos a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) del TEC. El difractómetro de rayos-X es el único en su tipo que está operando en el TEC en este momento y su costo es de aproximadamente \$250 000,00. Se adquirió con fondos provenientes de la Vicerrectoría de Docencia y de la VIE.

### Materiales con memoria

Entre los materiales que se pueden analizar en un difractómetro de rayos X están los que hoy se conocen como “materiales con memoria de forma”. Son aquellos creados a partir de aleaciones y que al sufrir cambios en su estructura cristalina, a determinadas temperaturas, puedan “recordar” su forma anterior y volver a ella.

Recientemente estuvo en el TEC el Dr. Tom Duering, uno de los fundadores de la empresa NDC (Nitinol Devices & Components) con sedes en Estados Unidos, Suiza y ahora en Costa Rica, para hablar de una de las materiales más conocidos con memoria de forma, llamado nitinol, que es una aleación de níquel y titanio.

El descubrimiento del nitinol data de 1962 a partir de experimentos desarrollados en los laboratorios de la marina de los EE.UU., en

donde William Beuhler descubrió una aleación de níquel (Ni) y titanio (Ti) que presentaba propiedades superelásticas y de memoria espectaculares, en un programa de investigación encaminado a la obtención de una aleación con alta resistencia a la corrosión. El equipo de investigadores que lo descubrió bautizó el nuevo material con el nombre de NiTiNOL (acrónimo de Ni-Ti-Naval Ordnance Laboratory).

El nitinol debe sus propiedades a una transición de fase entre una estructura de tipo “ausenita” y una de tipo “martensita”. Los cambios de fase en los sólidos pueden producirse por dos mecanismos diferentes. El más frecuente radica en el desplazamiento de átomos de sus posiciones de equilibrio, mediante un proceso conocido como difusión, para adoptar una nueva estructura más estable en las condiciones de presión y temperatura a las que se encuentra el material. El nitinol también sufre una transición de fase que se produce mediante un movimiento cooperativo de un gran número de átomos, los cuales sufren desplazamientos muy pequeños de sus posiciones de equilibrio. Estas transformaciones son muy rápidas y se denominan martensíticas.

En un proceso característico de transformación con memoria de forma, la pieza se enfría cuando esta está en el estado de austenita para transformarla en martensita. La pieza en esta fase del material es maleable y se deforma fácilmente, lo que permite modificar su forma. Un calentamiento a una temperatura superior a la de transformación devuelve el objeto a su forma o geometría original.

El doctor Teodolito Guillén cuenta que en su conferencia, el doctor Duering se refirió a los fracasos que tuvieron inicialmente en algunas de las aplicaciones del nitinol, con el fin de que quienes asistían a su conferencia no vieran que repetirlos y más bien incentivar en el desarrollo de nuevas aplicaciones con conocimiento profundo de este material.

Este tipo de materiales, por sus propiedades superelásticas, se utilizan hoy en día en dispositivos de aplicación en medicina, como cilindros-mallas autoexpansibles para mantener permeabilidad de vasos sanguíneos (*stents*), o dispositivos para oclusión de defectos cardíacos. Además, el nitinol se puede usar en monturas de gafas para niños, sensores, actuadores, etc. ■