

## CARACTERIZACIÓN DE HIDRUROS EN LA ALEACION M5

Carolina Vazquez (1,2), Ana María Fortis (1,2), Patricia B. Bozzano (1,2)

(1) Gerencia de Materiales, Centro Atómico Constituyentes-CNEA, Av. Gral. Paz 1499, CPB1650KNA, San Martín, Buenos Aires, Argentina (2) Instituto Sabato-UNSAM/CNEA, Av. Gral. Paz 1499 (B1650KNA) San Martín, Buenos Aires, Argentina  
Email: cvazquez@cnea.gov.ar

Las aleaciones base circonio con niobio han sido usadas como material de vainas de elementos combustibles y tubos de presión en reactores nucleares. Las aleaciones más conocidas son la M5 (Zr-1%pNb-0,05%pFe), la E110 (Zr-1%pNb-0,01%pFe), la aleación ZIRLO (Zr-1%pNb-1%Sn-0,1%pFe) y la ya ampliamente usada Zr-2,5%pNb. La microestructura de este tipo de aleaciones se ve afectada a lo largo de la vida útil del reactor debido, entre otros factores, al daño por radiación y al daño por hidrógeno, motivo por el cual su estudio es esencial para la seguridad y extensión de vida del mismo. En el presente trabajo se caracterizan los hidruros y los defectos cristalinos de la aleación M5, presentes en la aleación sin irradiar, sometida a diferentes tratamientos térmicos de distinta duración y constituyendo probetas de tracción para estudiar el efecto de las propiedades mecánicas de los hidruros formados [1]. El material fue provisto por la empresa Teledyne Wah Chang Albany en forma de flejes de 1mm de espesor y cuya composición se muestra en la Tabla 1. Se recoció el material en vacío 24 h a 450°C, y luego se lo hidró con carga gaseosa a una concentración de 200 ppm de hidrógeno y se lo recoció nuevamente en atmósfera de argón durante tres días a 380° C para lograr la homogeneización del contenido de hidrógeno. Parte de estas probetas, fueron sometidas a un nuevo recocido de cuatro días de duración, en las mismas condiciones. Al primer grupo lo llamaremos grupo A y al segundo, grupo B. Ambos grupos de probetas fueron caracterizadas utilizando técnicas de microscopía óptica, electrónica de barrido (SEM) en la dirección transversal de la dirección de tracción y de transmisión (TEM), en la dirección oblicua de la dirección de tracción. Para llevar adelante esta última tarea fue necesario diseñar un dispositivo que permitiese el pulido en dicha dirección, para luego asociar los cambios microestructurales con las variaciones de tensión de fluencia y ductilidad. En las micrografías de SEM del grupo A, se observó que los hidruros se ubicaron preferentemente en la dirección transversal a la dirección de tracción. Para las micrografías de TEM se observó en ambos casos, una matriz  $\alpha$ Zr, detectándose la presencia de una fase  $\beta$ Zr en forma de precipitados. Para el grupo A en la dirección oblicua a la dirección de tracción aparecen hidruros conocidos como hidruros  $\xi$  (zeta), estos tienen forma de agujas y un parámetro de red  $a=0.33\text{nm}$  y  $c=1.029\text{nm}$ , correspondiendo a un cristal trigonal con un grupo espacial  $P3m1$ , ubicados preferencialmente en el plano  $[0\ 0\ 01]$  de la matriz  $\alpha$ Zr [2]. En el grupo B, además de detectarse la presencia de estos hidruros  $\xi$ , se observó la presencia de los hidruros  $\gamma$  (gamma) con parámetro de red  $a=0.4586\text{nm}$  y  $c=0.4948\text{nm}$ , con un grupo espacial  $P4_2/n$ , ubicado en los mismos planos que el otro tipo de hidruro. En la actualidad se están continuando los estudios en material irradiado.

### REFERENCIAS

- [1] A.M. Fortis y C.A. Vazquez, “Ensayos Mecánicos y Caracterización Microestructural de Zr-1%pNb Hidrógeno”. Anales CONAMET/SAM, 2011.
- [2] Z.Zhao, M. Blat-Yrieix, J-P. Morniroli, A. Legris, L. Thuinet, Y. Kihn, A. Ambarrrd, L. Legras, “Characterization of Zirconium Hydrides and Phase Field Approach to a Mesoscopic-Scale Modeling of Their Precipitation”, Journal of ASTM International, Vol 5 (2008) p29-50.

**Tabla 1.** Composición de la aleación estudiada

| Zr-1%pNb        | Nb | C      | Fe   | O     | Cr     |
|-----------------|----|--------|------|-------|--------|
| Composición(%p) | 1  | 0,0014 | 0,05 | 0,084 | 0,0074 |

