



Sn DIFFUSION IN alpha-Zr AND THE Sn-Zr PHASE DIAGRAM

J.I. Carricondo^(1,2), M.J. Iofrida^(1,2), C. Corvalan^{(1,2,3)*}

⁽¹⁾UNTREF, Valentin Gomez 482, Caseros (1678), Argentina

⁽²⁾CNEA, Avenida Gral. Paz 1499, San Martín (1650), Argentina

⁽³⁾CONICET, Av. Rivadavia 1917, CABA (1428), Argentina

* Correo Electrónico: corvalan@cnea.gov.ar

RESUMEN

El Zr satisface requisitos esenciales en la industria de materiales nucleares. Una mejor comprensión de los aspectos termodinámicos y difusivos de los aleantes permitirá optimizar las tecnologías existentes de fabricación y el diseño de nuevas aleaciones. El Sn cumple un rol fundamental en muchas aleaciones de Zr como el Zircaloy (base Zr, Sn como aleante mayoritario y Fe como impureza), por esto resulta inmediato su estudio.

Gruzin et al. obtuvieron el coeficiente de difusión de aleaciones base de Zr por el método de radioisótopos. Para Sn, los parámetros de difusión obtenidos fueron $D_0 = 10^{-8} [\text{cm}^2/\text{s}]$ y $Q = 92,1 [\text{kJ/mol}]$ [1]. Actualmente, la posibilidad de obtener materiales más puros permite estudiar sistemas binarios con mayor precisión.

Se diseñaron tres tratamientos térmicos a 700, 750 y 800°C, trabajando en la fase alfa Zr. Se construyeron tres pares difusivos semi-infinitos con Zr (matriz) y Sn (material de difusión), ambos de alta pureza. La presencia de Sn líquido y la necesidad de lograr una penetración mensurable supuso un desafío tecnológico en el diseño de la matriz.

Finalizados los tratamientos térmicos, se midieron perfiles de difusión y el coeficiente de difusión mediante microsonda y una nueva técnica basada en LIBS (Espectroscopia Inducida por Láser-Breakdown). La técnica LIBS mide la capa superficial, con un seccionamiento abrasivo de las muestras [2]. Se utilizó la microsonda como referencia para la validación de la técnica LIBS. Además, el diagrama de fases del sistema Sn-Zr en este rango de temperatura fue analizado.

ABSTRACT

It is known in the field of nuclear materials science that zirconium meets essential requirements as the lower section of thermal neutron capture, high corrosion resistance and good mechanical properties at high temperatures. A better understanding of thermodynamic and diffusive aspects of these elements in the alloys will optimize existing technologies for critical elements fabrication methods and new alloys designs. Sn has a fundamental role in many of the zirconium alloys such as Zircaloy (base Zr, Sn as the main alloying element and Fe as an impurity), so it is immediately its study.

Gruzin et al. measured diffusion coefficient of Zr based alloys with the radioisotope method. For Sn, the diffusion parameters obtained were $D_0 = 10^{-8} [\text{cm}^2/\text{s}]$ and $Q = 92,1 [\text{kJ/mol}]$ [1]. Nowadays, the possibility to obtain more pure materials allows to study the binary system improving measurements.

There are three important facts to consider when designing an experimental procedure to evaluate diffusion properties of Sn in alpha-Zr matrix: very low diffusion coefficient, melting temperature of pure Sn (231.9°C) and alpha to beta Zr phase transition temperature (863°C).

Heat treatments were designed at three different temperatures 700, 750 and 800°C. Three semi-infinite diffusive pairs were constructed with high purity grade Zr (matrix) and Sn (diffusive material). Presence of liquid Sn accomplishing measurable penetration supposed a technological challenge designing the Zr matrix sample.

Once heat treatments ended, diffusion profiles were measured by microprobe and a new LIBS (Laser

Induced-Breakdown Spectroscopy) technique. LIBS technique consisted in superficial layer measurement, with an abrasive sectioning of samples [2]. Penetration profiles and diffusion coefficient were obtained with both techniques, using microprobe as a validation tool for LIBS. Furthermore, phase diagram of Sn-Zr system at this temperature ranges was discussed.

REFERENCIAS

1. P.L. Gruzin, V.S. Emelyanov, G.G. Ryabova, G.B. Federov, “Study of the Diffusion and Distribution of the Elements in Zirconium and Titanium Base Alloys by the Radioactive Isotope Method.”; Proc. of the Second Conference on the peaceful uses of atomic energy (1958).
2. C. Ararat, et al., “Measurements of diffusion coefficients in solids by means of LIBS combined with Direct Sectioning.” Measurement 55 (2014), p.571–580.

TÓPICO DEL CONGRESO O SIMPOSIO: *T05*

PRESENTACIÓN (ORAL O PÓSTER): *O (oral)*