

Avances en neutrografía con detectores plásticos

Marco Munive ^a mmunive@ipen.gob.pe, Oscar Baltuano ^a obaltuano@ipen.gob.pe, Ángel Revilla ^b

^a Dirección General de Promoción y Desarrollo Tecnológico, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

^b Dirección General de Instalaciones, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Resumen

La neutrografía es una técnica que permite la identificación de varios medios, usando la diferencia de transmisión de neutrones debido a la sección eficaz de captura neutrónica para diversos elementos, logrando una imagen. Esta propiedad no sólo depende de la sección eficaz sino del medio convertidor de neutrones transmitidos en una señal registrable, la neutrografía común usa convertidores (Gd, Dy) logrando fotones de luz que luego activan una placa radiográfica. En el presente trabajo se busca un medio convertidor con contenido de boro, usando una película delgada de ácido bórico, que contiene enriquecimiento de Boro-10 y el medio de registro un detector plástico de tipo LR 115.

1 Introducción

La neutrografía o radiografía con neutrones es una técnica de ensayo no destructivo similar a la radiografía común. En ésta técnica, en vez de emplear los rayos X o gamma, se emplea un haz de neutrones proveniente de un reactor nuclear que al incidir sobre un objeto, modificará el haz según la estructura interna del objeto. El haz modificado se hace repercutir sobre un chasis donde se encuentra una película radiográfica que transforma la radiación incidente en una imagen interna del objeto. Para este propósito se utiliza uno de los haces radiales del RP-10, pudiéndose analizar objetos de hasta 1 metro cúbico de volumen [1].

La neutrografía partiendo de la sección eficaz de captura neutrónica de neutrones para diversos elementos, logra una imagen, pero ello no sólo depende de la sección eficaz de absorción, sino del medio convertidor de neutrones transmitido en una señal registrable. La neutrografía común usa convertidores de gadolinio o disprosio para convertir, a partir de los neutrones, fotones de luz que luego activan una placa radiográfica (Figura 1).

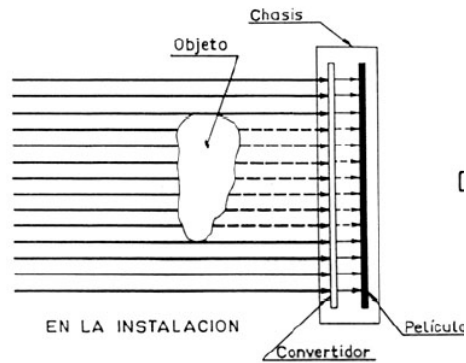
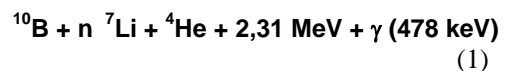


Figura 1. Esquema de neutrografía directa típica.

Las partes para obtener una imagen radiográfica con neutrones son: neutrones, objeto convertidor, registro de imagen. En el presente trabajo se explica la posible utilización de películas delgadas con boro como medio convertidor y a detectores plásticos (LR 115) como registros de imagen.

La incidencia de neutrones sobre el boro genera partícula alfa con la siguiente característica (figura 2) ecuación 1.



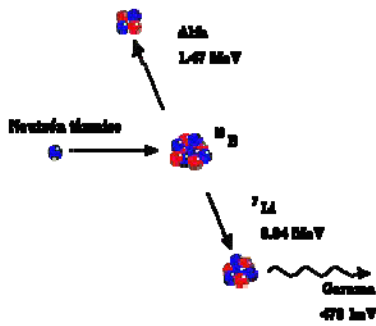


Figura 2. Interacción neutrónica en un átomo de boro.

Las partículas alfa al tener un camino libre medio corto son de difícil detección, para lograr registrarlos se puede usar detectores plásticos, como es el caso de los polímeros, que en presencia de la radiación alfa dejan una huella (Figura 3) la cual se denomina huella nuclear [2,3].

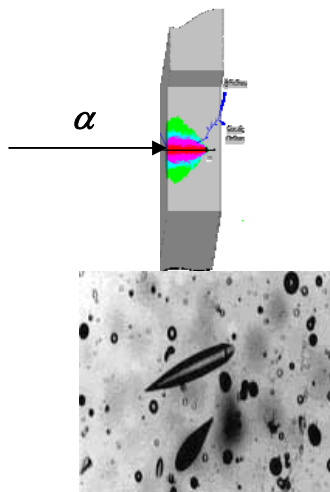


Figura 3. Arriba: camino libre en medio de una partícula alfa. Abajo: huellas alfa registradas por detectores de plástico.

2 Experimental

Para lograr tener una señal registrable y ser considerada como una neutrografía, se debe tener aparte del haz de neutrones, un medio conversor que en nuestro caso, es una película delgada de ácido bórico y un medio de registro que es un polietileno llamado LR 115 [4].

2.1 Obtención de una muestra emisora de alfa

Para obtener el medio conversor se utilizó el método de Spray Pirolisis, la cual logra

películas delgadas bastantes finas, se uso ácido bórico 0.1 M (^{10}B enriquecido) logrado a una temperatura de 250 °C por una hora.

2.2 Proceso de irradiación

La película delgada y el detector plástico LR 115 se unen (Figura 4) y se irradia con neutrones por un tiempo de una hora, a una potencia térmica de 350 kW en la facilidad de irradiación No. 3 del reactor RP-10.

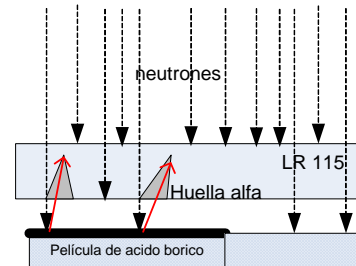


Figura 4. Esquema de ubicación de muestra borada y plástico detector frente al haz de neutrones.

2.3 Proceso de obtención de imagen o huellas nucleares

Se procedió hacer el ataque químico del plástico LR 115, en una solución NaOH a 4,6 M, a una temperatura de 50 °C, por un período de 160 minutos. Se registraron algunas fotos mediante un microscopio óptico marca Meiji con web cam Moticam 352 (Figura 5).

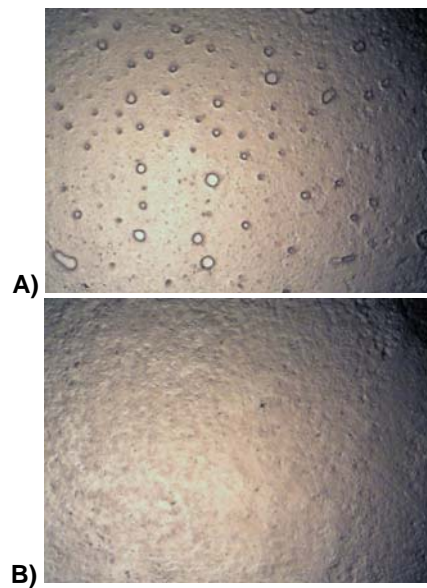


Figura 5. A: Huellas generadas en LR115 zona de película delgada, **B:** Fondo de la misma película o plástico.

2.4 Posibles aplicaciones

Algunas aplicaciones de la neutrografía, usando medios borados y un sistema de registro plástico o por huellas nucleares, serían la identificación morfológica de microorganismos, la cuantificación y/o distribución de boro y litio en películas delgadas, etc. Con relación a la primera, se realizaron algunas experiencias teniendo como microorganismo a un cultivo de *E. Coli*, el cual fue puesto en un portamuestra y luego se le colocó ácido bórico diluido con enriquecimiento de boro 10 (0.1mg en 10ml) e irradiada, luego el plástico fue sometido a un ataque químico en las mismas condiciones detalladas líneas arriba, se logró obtener una silueta del microorganismo que se representa en la figura 6.

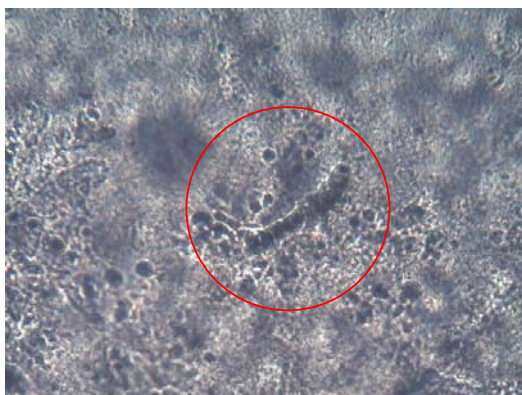


Figura 6. Silueta aparente de *E. Coli*.

3 Conclusiones y Comentarios

- Con las huellas logradas es posible tener o aplicar esta técnica como un registro neutrográfico.
- El sistema conversor funciona como tal, pero dista mucho de la calidad resolutive de un convertidor de Gd o Dy.
- La aplicación directa en microorganismos será objeto de estudio posterior.

4 Agradecimientos

Al Sr. Alex Jiménez por la obtención de la película delgada y a la bióloga Kety León por ceder la primera muestra biológica que se registro.

5 Referencias

- [1]. Ravello Y. Caracterización y puesta a punto de la facilidad de neutrografía del Reactor Nuclear RP-10. [Tesis de grado]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería; 2001.
- [2]. Procopio S. Nuclear tracks detector's with using a new calibration optical system for the measurement of Radon (222Rn). Arpa - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Piemonte, via Jervis-30; Ivrea: Italy.
- [3]. Ng CWY, Yip JPY, Ho D. Nikezic. Non-destructive measurement of active-layer thickness of LR 115 SSNTD, Radiation Measure, Elsevier, sep 2003.
- [4]. Reinaldo Wacha, Verginia R. Crispim. Neutron radiography applied to the microorganisms Detection, Short communication Radiation Measure, Elsevier, October 1999.