

PREPARACION DE BLANCOS NUCLEARES DE URANIO Y TORIO

Dolores González Mateu
 Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares
 La Habana, Cuba

Resumen

En el artículo se describen las técnicas de pintado e intercambio iónico utilizadas en el Laboratorio de Análisis Nuclear (LAN) del Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares (ISCTN), en la producción de capas finas de óxido de uranio y torio sobre soportes de aluminio. Por el método de pintado se obtuvieron grosores máximos de 10 mg/cm^2 y 3 mg/cm^2 para las deposiciones de uranio y torio, respectivamente. El intercambio iónico permitió alcanzar hasta 2 mg/cm^2 de óxido de uranio sobre aluminio. Los blancos con densidades en el intervalo de $0,06 \text{ mg/cm}^2$ a $0,4 \text{ mg/cm}^2$ pueden ser empleados en cámaras de fisión.

PREPARATION OF URANIUM AND THORIUM LAYERS

Abstract

The ion-exchange and painting methods used in the Nuclear Analytical Laboratory of the Institute of Nuclear Science and Technology for the production of thin layers of uranium and thorium are described in this paper. The maximum thicknesses are 10 mg/cm^2 and 3 mg/cm^2 for uranium and thorium, respectively, using the painting method; while by ion-exchange about 2 mg/cm^2 uranium layer could be produced. Layers produced in the $0.06\text{-}0.4 \text{ mg/cm}^2$ interval can be applied in fission chambers.

INTRODUCCION

En la medición de constantes nucleares y el estudio de la fisión se utilizan blancos de elementos actínidos, los cuales constituyen una capa fina de óxido con densidad generalmente variable entre $0,1 \text{ mg/cm}^2$ y 2 mg/cm^2 en dependencia de las exigencias del experimento depositada sobre un soporte metálico.

Para ello se han desarrollado varios métodos que permiten obtener blancos con diferentes propiedades, como la uniformidad, estructura cristalina, densidad y adherencia de la deposición al soporte de material y grosor determinado.

A saber, evaporación al vacío [1-4], electro spray [5-8], electrólisis [9-12], pintado [13-16], intercambio iónico [17-18], centrifugación [19-20], electroforesis [21-22] y separación isotópica [23-26], son algunos de los métodos generalmente utilizados.

En el LAN del ISCTN, para preparar capas finas de óxido de U y Th, que se emplean como electrodos en cámaras de fisión o fuentes alfa de baja actividad, se desarrollaron las técnicas de pintado e intercambio iónico, las cuales se describen a continuación.

MATERIALES Y METODOS

PINTADO

El pintado es una técnica simple que se utiliza en la preparación de deposiciones adherentes de actínidos. Los isótopos en forma de nitratos son disueltos en un solvente orgánico al que se le adiciona laca. Capas de esta solución se depositan de forma caótica con ayuda del pincel sobre el soporte deseado. Después de aplicada cada capa, el soporte se calienta en una mufla para evaporar las sustancias orgánicas y convertir el nitrato en óxido. Estas operaciones se repiten hasta alcanzar el grosor necesario de la deposición; mientras mayor sea el número de capas aplicadas, más uniformes serán las deposiciones.

Por este método fueron preparados blancos de uranio y torio sobre soportes de aluminio de $0,25 \text{ mm}$ de grosor, los cuales se limpian con acetona y alcohol hasta eliminar las grasas de la superficie.

Una solución de nitrocelulosa en acetato de isoamilo al $0,5$ por ciento se utiliza como laca. La tabla 1 muestra la composición y proporción de la solución de trabajo empleada para cada elemento.

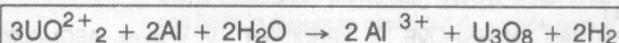
Tabla 1
Composición de las soluciones de trabajo

Elemento	Fórmula química	Solvente inicial	Solución orgánica	Concentración del elemento
U	$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	etanol (solo unas gotas)	Laca:acetona 1:1	Menor que 20 mg/ml
Th	$Th(NO_3)_4 \cdot 4H_2O$	etanol (solo unas gotas)	Laca:acetona 1:1	Menor que 8 mg/ml

Después de aplicada cada capa, los soportes se calientan a 520°C de 3 a 5 minutos, temperatura suficiente para convertir el nitrato en óxido e impedir el cambio de estructura de los soportes de Al. Luego de calentada, cada capa se limpia con etanol o propanol para eliminar las partículas que no quedan bien adheridas.

INTERCAMBIO IONICO

Se basa en el intercambio de iones de Al del soporte por iones de uranio según la ecuación [16]:



Después de ser analizados por fluorescencia de rayos X y absorción atómica, se determinó que en los soportes de 0,25 mm de grosor, las principales impurezas eran Fe, Cu y Zn con una pureza de 99,07 % de aluminio en los soportes. Los soportes se limpian con CCl_4 para eliminar las grasas de la superficie y se someten a un tratamiento químico introduciéndolos en NaOH al 20% durante 10 segundos y después de enjuagados en agua destilada, en HCl al 50% durante 5 segundos; se enjuagan nuevamente con agua destilada y se introducen en una solución de acetato de uranio en ácido clorhídrico 0,5 M, con una concentración de aproximadamente 10 g/l, pH ajustado entre 2,7 y 3,2 y calentada a 80°C.

El óxido de uranio se deposita en forma de una capa adherente de color negro. Cubriendo una cara del soporte con laca, obtenemos la deposición sobre la superficie contraria.

La velocidad de la deposición depende del pH, de la concentración y la temperatura de la solución y de la rugosidad de la superficie del soporte, por lo que es necesario mantener constantes estos parámetros para que el grosor de la deposición dependa únicamente del tiempo que permanezca sumergido el Al en la solución (ver tabla 2).

Tabla 2

Relación del grosor de la deposición con el tiempo de inmersión.
pH de la solución = 3,2, T = 80° C.

No.	Tiempo de inmersión (min)	Cantidad de sustancia depositada (mg)	Densidad (mg/cm^2)
1	3	0,2	0,06
2	4	0,3	0,09
3	5	0,8	0,19
4	7	0,9	0,29
5	8	1,3	0,40

RESULTADOS

Por el método de pintado se obtuvieron deposiciones de óxido de uranio y torio sobre soportes de aluminio de hasta 10 mg/cm^2 y 3 mg/cm^2 , respectivamente. El intercambio iónico permitió obtener densidades máximas de 2 mg/cm^2 de uranio sobre aluminio, a partir de las cuales se observan desprendimientos de la deposición.

En general, las capas aplicadas por pintado se adhieren más al soporte que las deposiciones obtenidas por intercambio iónico. La técnica de pintado asegura, además, la repetibilidad de los resultados experimentales, condición que se dificulta para el intercambio iónico, donde es necesario un riguroso control de parámetros, como pH, temperatura, concentración y tiempo de inmersión del soporte en la deposición. La calidad de los blancos, dada por la relación pico/valle en el espectro de los fragmentos de fisión, se comprobó con ayuda de una cámara de fisión, utilizando argón industrial a presión atmosférica como gas de trabajo y fijando a 2 mm la distancia entre los electrodos. En las figuras 1 y 2 se muestran los espectros obtenidos a partir de blancos de óxido de uranio-238 de 0,4 mg/cm^2 de

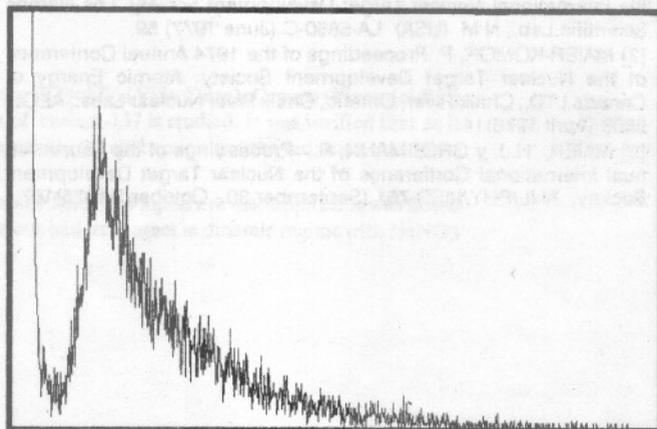


Figura 1. Espectro de los fragmentos de fisión obtenidos por la reacción U-238 (n,f).

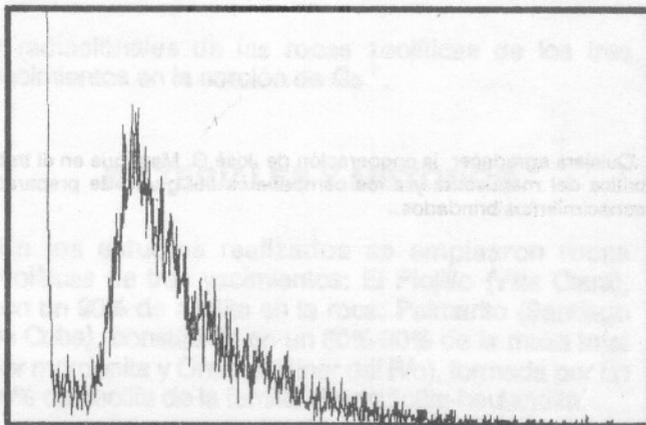


Figura 2. Espectro de los fragmentos de fisión obtenidos por la reacción torio-232 (n,f).

grosor y óxido de torio-232 de $0,2 \text{ mg/cm}^2$, preparados por la técnica de pintado. Las relaciones valle/pico son de 4% y 3,1%, respectivamente.

CONCLUSIONES

Pintado e intercambio iónico son dos técnicas sencillas de preparación de blancos nucleares con requerimientos mínimos de equipamiento. Ambas posibilitan minimizar las pérdidas de isótopos radiactivos.

Los resultados de nuestro trabajo recomiendan la primera, por ser más fácil de controlar, aunque el intercambio iónico puede ser de gran utilidad cuando se necesite depositar uranio sobre superficies rugosas de aluminio. Las deposiciones obtenidas por ambos métodos, con densidades en el intervalo de $0,06 \text{ mg/cm}^2$ a $0,4 \text{ mg/cm}^2$ pueden ser empleadas en cámaras de fisión.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ADAIR, H.L., GIBSON, J. R. y otros., Fifth Annual Conference of the International Nuclear Target Development Society. Los Alamos Scientific Lab., N M (USA) LA-6850-C (June 1977) 59.
- [2] MAIER-KOMOR, P. Proceedings of the 1974 Annual Conference of the Nuclear Target Development Society. Atomic Energy of Canada LTD., Chalk River, Ontario, Chalk River Nuclear Labs., AECL-5503 (April 1976)14.
- [3] MAIER, H.J. y GROBMANN, R., Proceedings of the Fourth Annual International Conference of the Nuclear Target Development Society, ANL/PHY/MSD-761 (September 30 - October 2 1975)167.
- [4] THOMAS, G. E., REHM, K. E. y otros, Nucl. Inst. and Meth. in Physics Res. A 236 (1985) 658.
- [5] BONETTI, C. P. y GUAY, P. M., ANL/PHY/MSD-761 (1975) 101.
- [6] VAN ANDENHOVE, J., VERDINGH, V. y otros, AECL-5503 (1976) 119.
- [7] CARSWELL, D. J. y MILSTED, J., Nucl. Eng. 4(1975) 51.
- [8] ROBINSON, P. S., Nucl. Inst. and Meth. 40(1966) 136.
- [9] GETOFF, N. y BILDSTEIN, H, Nucl. Inst. and Meth. 36(1965)173.
- [10] SEDLACEX, W. A., Nucl. Inst. and Meth. 99(1972) 429.
- [11] JOSHI, S. R. y ROY, J. C., Nucl. Inst. and Meth. 115(1974) 303.
- [12] BELLEMARE, M. y ROY, J. C., Nucl. Inst. and Meth. 96(1971) 209.
- [13] ROSSI, B. y SHTAUB, G., Jonizatsionnie Kamery i Schetchiki M. Izd-vo Inostr. Lit. (1951).
- [14] MADIC, Ch., BOURGES, J. y otros, Nucl. Inst. and Meth. in Physics. Res. A236 (1985) 474.
- [15] GLOVER, K. M. y BORREL, P. J., Nucl. Eng. 1(1955) 214.
- [16] BENHRENS, J. W., Nucl. Inst. and Meth. 200 (1982)67.
- [17] EVANS, J. E., LOUGHEED, R. W. y otros, Nucl. Inst. and Meth. 102(1972) 389.
- [18] SKORKA, S., Naturwissenschaften 40(1953) 605.
- [19] GUOJI, X. y CHANXING, W., Nucl. Inst. and Meth. in Physics. Res. A236(1985) 555.
- [20] SUZUKI, T., BABA, S. y otros, Nucl. Inst. and Meth. 87(1970) 311.
- [21] VAN ANDENHOVE, J., VERDINGH, V. y otros, AECL-5503 (1976)119.
- [22] VERDINGH, J., Nucl. Inst. and Meth. 102(1972) 497.
- [23] KOCH, J., NIELSEN, K. O. y otros, Nucl. Inst. and Meth. 38(1965).
- [24] WAGNER, H., WALCHER, W. y otros, Proc. Intern. Conf. Electromagnetic isotope separators and the technique of their applications. BMBW-FB K-70-28(1970).
- [25] BRUNINX, E., Atomic Energy Rev. 4(1) (1966) 107.
- [26] TORTSCHANOFF, T. y VIEHBÖRK, F. P., BMBW-FB - K 70-28(1970) 482.

Quisiera agradecer la cooperación de José G. Manrique en el trabajo con la cámara de fisión, a Luis F. Desdín y Pablo Sarria por la revisión crítica del manuscrito y a los compañeros del grupo de preparación de blanco del Instituto del Radio "V. G. Jlopin" de la URSS por los conocimientos brindados.