

CARACTERIZACION EXPERIMENTAL DE LA COLUMNA TERMICA DEL REACTOR RP-10

Miranda H.⁽¹⁾; Gómez J.⁽¹⁾; Aparicio C.⁽¹⁾; Lázaro G.⁽¹⁾ glazaro@ipen.gob.pe

(1) Departamento de Cálculo, Análisis y Seguridad – IPEN / Lima, Perú

RESUMEN

A fin de conocer el comportamiento del campo mixto de radiación en la columna térmica del reactor nuclear RP-10 se midió experimentalmente el flujo y la dosis equivalente de neutrones y la dosis absorbida gamma con detectores de activación, BF3 y Geiger Muller.

1. INTRODUCCIÓN

Los reactores nucleares son fuentes de radiación mixta [1,2] (neutrones, gamma, alfa, etc.), para la medición de estas radiaciones se utilizan equipos complejos, en nuestro caso se midió la radiación de neutrones térmicos y epitérmicos, y la radiación gamma, utilizando detectores de activación (Au-197) para la medición del flujo neutrones, detectores trifloruro de boro (BF3) para la dosis equivalente y Geiger Muller (GM) para la dosis gamma absorbida.

La columna térmica es una de las facilidades de irradiación del RP-10, por las múltiples aplicaciones que podría tener sobre todo en la terapia con neutrones y dopaje de semiconductores [3, 4, 5] es necesario conocer la distribución de la radiación mixta que ocurre en ella debido al núcleo de RP-10.

En la sección 2 se presenta el procedimiento experimental del análisis del campo mixto (neutrones y fotones) de la columna térmica. Se describe la medición de flujo de neutrones térmicos y epitérmicos; y las dosis Equivalente y absorbida de los neutrones y fotones respectivamente. En la sección 3 se presentan los resultados de la distribución de flujos y dosis de la columna térmica del RP-10.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El reactor RP-10 tiene una potencia máxima de 10MW y el flujo de neutrones en el núcleo vara de 10^{12} a 10^{14} neutrones/cm².s.

2.1 Mediciones de flujo de neutrones térmico y epitérmico en la columna térmica en la zona interna y externa

Se usaron hojuelas de Au-197 con y sin cobertores de cadmio como monitores de flujo de neutrones térmicos y epitérmicos dispuestas desde la interfase núcleo – columna térmica y en la cavidad de irradiación de la zona interna de la columna térmica (ver figura 1(a)), y en la cavidad central de irradiación de la zona externa de la columna térmica (ver figura 1(b)).

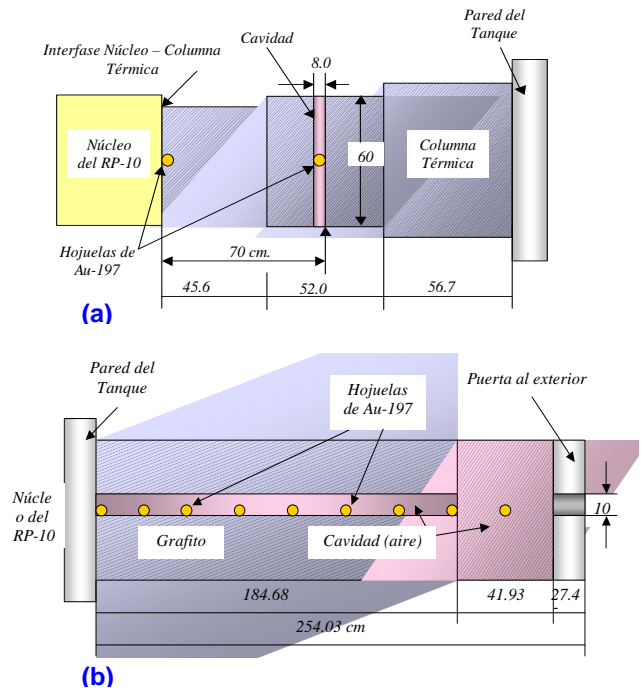


Figura 1. Esquema de la columna térmica del RP-10 (a) zona interna (b) zona externa.

La zona interna de la columna térmica es la que se encuentra sumergida en el tanque de agua del reactor RP-10 y se encuentra más próxima al núcleo, mientras que la zona externa empieza desde la pared del tanque de agua hasta la parte externa del reactor atravesando todo el bloque de concreto del reactor.

Para el cálculo de los flujos se desarrollaron las ecuaciones de activación y el formulismo de Wescott además se utilizó una cadena de espectrometría gamma asociada a una PC y a un detector de INa (Canberra)

2.2 Medición de la Dosis Equivalente de neutrones y la Dosis Absorbida de fotones en la columna térmica en la zona externa

Se determinó las dosis en la zona externa de la columna térmica por carecer de equipo que nos pueda medir dentro del tanque de agua.

La dosis equivalente de neutrones se midió con un monitor BF3 (Modelo NP2, Serie: NP885201), el cual se le adeco a una barra de aluminio para ubicarlo dentro de la cavidad central de la columna térmica (figura 1 (b)) y luego se procedió a monitorear a ciertos intervalos de distancia (profundidad).

La dosis gamma se realizó con un monitor telescópico Geiger Muller (FAG, Baja Tasa de Dosis 1mR/h - 1R/h, Alta Tasa de Dosis 10mR/h - 999R/h), que igualmente fue ubicado dentro de la cavidad central de la columna térmica y se procedió a monitorear a ciertos intervalos de distancia.

3. RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los parámetros de irradiación en el núcleo del reactor RP-10 para los diferentes monitores (detectores). Los parámetros de Irradiación fueron: la posición de extracción (%) de las barras de seguridad (BS1, BS2 y BS3), de control (BC1 y BC2) y la barra de control fina (BCF), y la potencia del reactor nuclear que esta relacionado con la corriente ICM4.

Tabla 1. Parámetros de Irradiación en las posiciones del núcleo utilizadas.

Detector	Barras de Seguridad y Control (%)				Corriente ICM4 (A)
	BS1, 2 y 3	BC1	BC2	BCF	
Au-198	100				0.2 E-4 (9.6MW)
Geiger	100	0.0	60.7	55.0	0,2 E -8 (1 KW)
BF3	100	0.0	60.8	54.9	0,6 E -8 (3 KW)

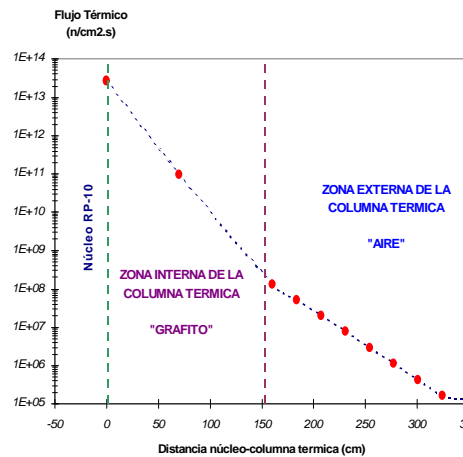


Figura 2. Distribución del flujo Térmico en toda la columna térmica del reactor RP-10 (potencia 9.6 MW).

En las figuras 2 y 3, 4 y 5 se observan las distribuciones de los flujos térmicos y epitérmicos y la distribución de la dosis equivalente de neutrones y la dosis gamma correspondientemente.

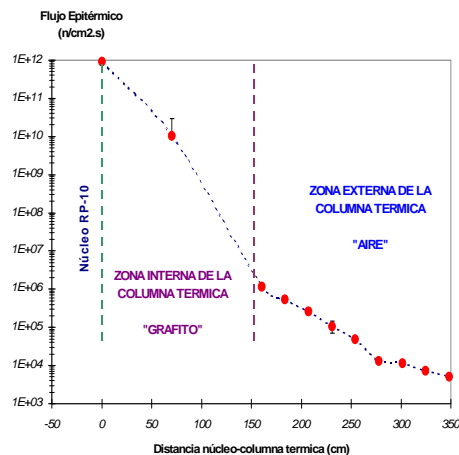


Figura 3. Distribución del flujo Epitérmico en toda la columna térmica del reactor RP-10 (potencia 9.6MW).

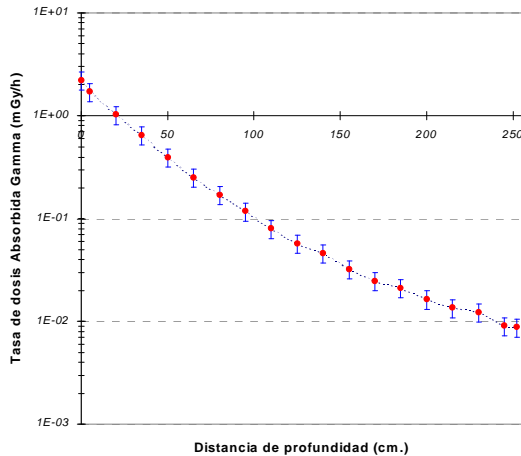


Figura 4. Distribución de la Dosis Absorbida gamma en la zona externa de columna térmica del reactor RP-10 (potencia 1KW).

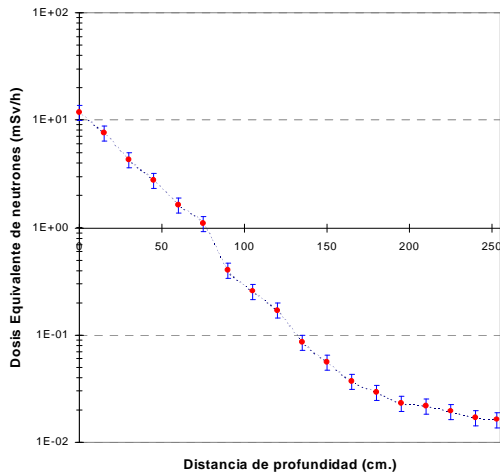


Figura 5. Distribución de la Dosis Equivalente de neutrones en la zona externa de columna térmica del reactor RP-10 (potencia 3KW).

En la Figura 2 puede observarse que el flujo de neutrones térmico en la zona interna tiene un rango de 10^{13} a 10^8 y en la zona externa desde 10^3 hasta 10^5 neutrones/cm².s, mientras que el flujo epitérmico en la zona interna esta entre 10^{11} – 10^6 y en la externa 10^6 – 10^3 , el flujo de neutrones térmicos es dos décadas mayor que el flujo de neutrones epitérmicos.

En las dosis tenemos un rango en la zona externa de la columna térmica de: Dosis Gamma entre $2.2 - 8.82 \times 10^{-3}$ mGy/h; y al Dosis neutrónica entre $11.8 - 1.63 \times 10^{-2}$ mSv/h. La diferencia de dosis neutrónica es de una década de la gamma, se debe a

que la radiación gamma se produce por la interacción de los neutrones emitidos con los materiales del mismo núcleo y de los de la instalación del reactor que se encuentran cercanos a él además de los producidos por fisión del elemento combustible.

4. CONCLUSIONES

La distribución de flujos y dosis se demuestra que es exponencial, además estos se encuentran dentro de los valores para futuras aplicaciones [3,4,5] y en la calibración de detectores de polímero (CR-39).

5. REFERENCIAS

- (1) Igor K., Waldemar N, Ewald S. Nuclear Energy in Central Europe 99, Slovenia: "Determination of the neutron flux characteristics and personal dose equivalent in the Thermal Column of the SAR Graz".
- (2) R. Paucar, O. Avalo, G. Lázaro, IPEN, Junio 1988: "Medición de neutrones y fotones en la cavidad central de la Columna Térmica".
- (3) IAEA, May 2001, "Current status of Neutrons capture therapy" IAEA-TECDOC-1223.
- (4) V. Gessaghi, Jun 1997, "Diseño de un sistema sintonizador de espectro para tratamiento terapéutico por captura neutrónica en boro" Instituto Balseiro.
- (5) IAEA, Nov 1988, "Silicon Transmutation Doping Techniques and Practices" IAEA-TECDOC-456.