

VALOR EN REACTIVIDAD DE LAMINAS ABSORBENTES DE CADMIO EN NUCLEOS LIMPIOS DEL RA2. PARTE II: CALCULOS.

A. M. Lerner y J. E. Testoni
Departamento Ingeniería de Reactores
Gerencia de Ingeniería
Comisión Nacional de Energía Atómica

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1984

1. Introducción.

Existen distintos métodos para calcular el valor en reactividad de placas de materiales altamente absorbentes en reactores tipo MTR.

Uno de ellos, debido a Henry /1/, consiste en definir, para el interior del absorbente, parámetros de difusión efectivos, y hacer uso de la teoría de difusión en todo el reactor.

Otro método utilizado habitualmente, consiste en la sustitución del material de control en el cálculo de reactor por adecuadas condiciones de contorno sobre la superficie de sus caras.

Un tercer método consiste en obtener secciones eficaces incrementales para el elemento de control, homogeneizando una región apropiada del reactor, elegida de modo que la corriente neutrónica neta sea nula en el contorno de dicha región.

En el cálculo de reactor se sustituye la correspondiente zona del espacio que contiene el elemento de control, por una zona homogeneizada equivalente con secciones eficaces obtenidas en el cálculo previo.

2. Método de cálculo utilizado.

El método elegido para calcular experimentos realizados en el reactor RA2 /2/, es el de las condiciones de contorno, y consta de las siguientes etapas:

- 1) Cálculo de las secciones eficaces del material absorbente (cadmio) mediante el código GGTC /3/ para condensar, usando el espectro que resulta de la moderación en agua, de los neutrones de fisión del U235, en tres grupos de energías diferentes, la más detallada de las cuales fue elegida de manera de tener una buena descripción de la sección eficaz de absorción del cadmio (tabla 1)
- 2) Cálculo de las constantes de celda del combustible normal, del aluminio de los marcos y del agua de refrigerante, a 9, 5, y 2 grupos de energía, con el código de celda WIMS /4/.
- 3) Utilizando las constantes a 9 grupos obtenidas para el cadmio en la primera etapa, y para el combustible, marcos y refrigerante en la segunda etapa, se realizó con el código ANISN /5/ un cálculo de transporte unidimensional (S4, P0) de todo el reactor, describiéndolo sobre una recta perpendicular a las placas y atravesando el elemento de control. De esta tercera etapa se obtuvo, condensando a 5 y 2 grupos, la condición de contorno,

es decir, la relación corriente-flujo sobre la superficie de la placa de cadmio, para el grupo térmico, en el cual la absorción del cadmio es muy importante.

- 4) Utilizando las constantes a 5 y 2 grupos obtenidas en las dos primeras etapas y las condiciones de contorno de la tercera etapa, se estudiaron tres configuraciones del reactor RA2 (fig. 1). Estas están básicamente constituidas por 20 elementos combustibles inmersos en H₂O que se identifican por sus coordenadas (p. ej. 5E significa fila 5, columna E); cada elemento combustible contiene 19 placas de combustible enriquecido en U²³⁵ al 90%, sostenidas por marcos de aluminio. Las tres configuraciones estudiadas difieren en la posición de las placas de combustible que han sido sustituidas por material absorbente (cadmio), en posición dentro de la caja dada por el segundo número.

Inicialmente se hicieron cálculos de difusión, bidimensionales, representando el reactor en simetría 4, es decir, describiendo sólo 1/4 del reactor, a 5 y 2 grupos de energía. Las configuraciones estudiadas en este caso se muestran en la fig. 2 y corresponden a igual separación entre placas absorbentes que las de la fig. 1, pero centradas.

La tabla 2 muestra los valores de reactividad obtenidos.

Se realizaron a continuación cálculos equivalentes a los anteriores en simetría 1, esta vez sólo a 2 grupos de energía por razones de economía en el tiempo de cálculo. Esta descripción permite una ubicación realista del elemento de control, y por lo tanto, un valor en reactividad para el mismo más confiable. Los valores obtenidos se muestran en la tabla 3.

Si se comparan los resultados correspondientes al par de placas en cada uno de los tres casos en simetría 4 y simetría 1, a 2 grupos de energía se observa una gran diferencia para el caso de placas más cercanas, esto es una muestra de la gran influencia sobre el valor del absorbente que tiene su posición dentro del reactor. Se observa también la variación del apantallamiento con la separación entre placas.

3. Conclusiones.

La coincidencia de los valores calculados con los medidos, dentro del rango del error experimental (típicamente, un error estadístico del 5%, al que se suma un error sistemático del orden del 10% en la determinación de la fracción de neutrones retardados), muestra que el método elegido resulta adecuado para el cálculo de una y dos placas de control de cadmio en un reactor con combustible de alto enriquecimiento, reproduciendo correctamente la dependencia de la reactividad con la posición de las placas. Nótese que los resultados indican una discrepancia sistemática que posiblemente esté asociada al error sistemático mencionado anteriormente.

Surge del análisis que en la etapa de cálculo de reactor, es importante describir en forma realista la geometría de la configuración, utilizando simetría 1 de ser necesario

aún cuando esto implique una disminución del detalle en energías.

4. Referencias.

- /1/ A.F. Henry, "A Theoretical Method for Determining the Worth of Control Rods", Bettis Atomic Power Division, WAPD-218, 1969.
- /2/ R. Waldman y A. Gómez, "Valor en reactividad de láminas absorbentes de cadmio en núcleos limpios del RA2. Parte I. Experimentos.". X Reunión Científica de la AATN, Bahía Blanca, 1981.
- /3/ O. Chiovato, F. Di Pasquantonio, GGTC-ENEL, CNA-CPL, 1977.
- /4/ M.J. Roth, J.D. MacDougall, P.B. Kemshell. "The preparation of input data for WIMS". AEEW-R538, 1967.
- /5/ W.W. Engle Jr. "A users manual for ANISN", Oak Ridge National Laboratory, K-1693, 1970.

TABLA I

CADMIO (CM ⁻¹)	LIMITE SUPERIOR DE ENERGIA	ESTRUCTURA DE		
		9-GR.	5-GR.	2-GR.
1.5201E-03	10. MeV	1	1	1
1.5271E-02	.821 MeV	2	2	
1.4862E-01	5530. ev	3	3	
1.3999E-01	4. ev	4	4	
9.5845E-01	1.5 ev	5	5	2
1.8185E+01	.625 ev	6	6	
1.9519E+02	.280 ev	7	7	
1.1397E+02	.080 ev	8	8	
1.5375E+02	.020 ev	9	9	

TABLA II

CONFIGURACION	5 GR.	2 GR.
A	8201	7806
B	8169	7924
C	5860	5698

TABLA III

		CALCULO (pcm)	EXPERIMENTO (pcm)	DIFERENCIA (%)
5E3-5E15	Cd-H2O	2200	1958	12.3
	H2O-Cd	3268	3116	4.9
	Cd-Cd	4788	4579	4.6
5E3-5F11	Cd-H2O	2220	1997	11.2
	H2O-Cd	4091	3931	4.1
	Cd-Cd	6409	6168	3.9
5E3-5G17	Cd-H2O	2222	1994	11.4
	H2O-Cd	2674	2509	6.6
	Cd-Cd	5464	5092	7.3

FIGURA I

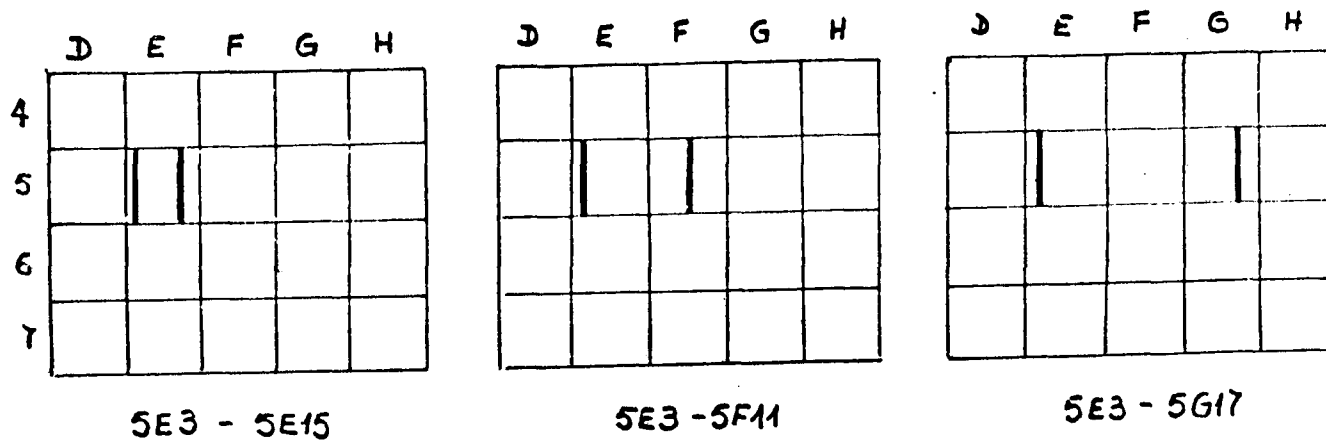
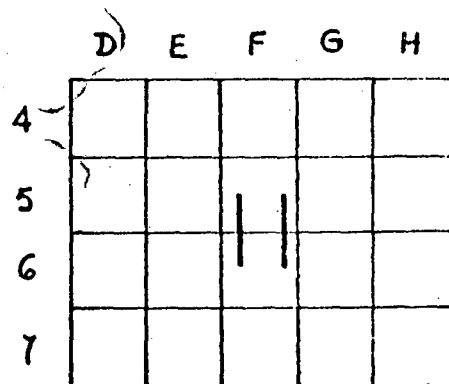
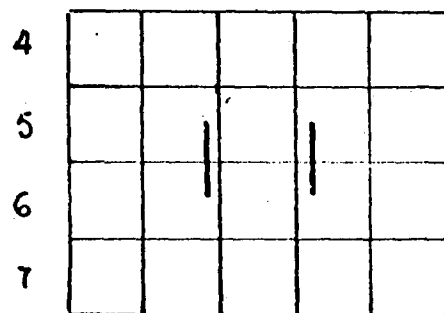


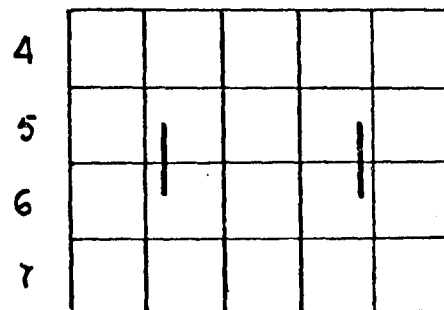
FIGURA II



A



B



C