

CALCULO DE PROBLEMAS "BENCHMARK" RELACIONADOS CON LA CONVERSION DEL REACTOR RA-3 A BAJO ENRIQUECIMIENTO

M. MADARIAGA y J. TESTONI

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

1- INTRODUCCION

El cálculo que se presenta consiste en el estudio de las distribuciones de quemado en equilibrio para distintos tiempos de recambio del elemento combustible (EC) sobre un modelo de reactor planteado como problema "benchmark" por el grupo de bajo enriquecimiento del OIEA /1/. Se comparan los resultados obtenidos con los de otros colaboradores: EE.UU. (ANL), FRANCIA (CEA) y ALEMANIA (INTERATOM).

En la figura 1 se observa el modelo x-y del reactor tipo MTR de 2MW que se ha usado para obtener las distribuciones de quemado en equilibrio. La numeración de los EC indica el orden de quemado (creciente, es decir que los EC se rotan cada T días pasando de la posición i a la i+1, extrayéndose del reactor el EC más quemado e insertando uno fresco en la posición i=1. Se definen dos distribuciones de quemado: principio de ciclo (PC) y fin de ciclo (FC). Se dice que el reactor está en equilibrio si partiendo de la distribución PC y evolucionando a plena potencia durante T días se alcanza una nueva distribución FC donde la ejecución de la operación de recambio hace que el reactor retorne a la distribución PC.

Es decir: $Q_{FC}(i) = Q_{PC}(i+1)$ donde $Q_{FC}(i)$ es el quemado del i-ésimo EC a fin de ciclo y $Q_{PC}(i+1)$ el del principio de ciclo del i+1.

2- Modelo de cálculo

Se utilizó el código WIMS /2/ con la opción "Cálculo de placas con condensación" para generar las secciones eficaces del EC normal. La celda se representó por medio de tres placas: combustible, vaina y refrigerante y una cuarta placa incluyendo el aluminio y agua remanentes del marco, extremos de la placa combustible y canal de agua asociado. El cálculo principal de transporte se hizo a 5 grupos de energía cuyos límites inferiores en eV son: 0,6.25 E-01, 1.5, 5.53 E+03 y 8.21 E+05. La condensación a dos grupos se hizo con el flujo que resulta del cálculo de fugas. Las secciones eficaces del EC de control se obtuvieron homogeneizando la celda con los correspondientes volúmenes y utilizando las constantes obtenidas en la evolución del EC normal para las

regiones de combustible y refrigerante. Las secciones eficaces para el reflector de H_2O y la trampa de flujo se obtienen con el código GGTC /3/ condensándolas a dos grupos con el espectro resultante de la moderación de los neutrones de una fuente de U235 en agua liviana. Se utilizaron dos códigos de reactores: PUMA /4/ y EXTERMINATOR /5/. Se tomaron como referencia para el cálculo dos EC entre los estudiados en los cálculos genéricos /1/:

Enriquecimiento	93%	20%
Densidad de U en el combustible	0,528gr/cm ³	2.912gr/cm ³
Masa de U235 en el EC normal	180gr	213.3gr

la geometría del elemento combustible es la misma en ambos y se la indica en la figura 2.

3- Resultados

Para los EC mencionados antes se obtuvieron ciclos de 0,8,14 y 25 días donde se supone un quemado medio para los EC de control igual al utilizado en los cálculos de ANL/1/. Los resultados se observan en la tabla 1 donde se da la reactividad de PC y FC en función de la duración del ciclo. También se indican los ciclos obtenidos por la CEA y ANL para 8 y 10 días respectivamente /1/. Como se observa existen diferencias importantes entre los resultados de este cálculo y los de ANL. En cambio la diferencia entre estos cálculos y los de CEA son más aceptables dentro del error que se supone para cálculos de este tipo de reactores.

En la tabla 1 se dan también los valores $\Delta\rho/\Delta m$ que corresponden a los distintos ciclos donde $\Delta\rho$ es la variación de la reactividad en pcm ($\rho_{PC} - \rho_{FC}$) y Δm es la masa de U235 consumida en los T días que dura el ciclo. Se incluyen los resultados de INTERATOM; el valor de la duración T del ciclo de dichos cálculos no es comparable a los restantes puesto que en los mismos no se ha empleado el esquema de recambio propuesto sino que se parte de un quemado medio uniformemente distribuido en el reactor. No obstante se considera que el valor $\Delta\rho/\Delta m$ es útil como referencia. Se observa también que en cada uno de los casos los $\Delta\rho/\Delta m$ para el EC enriquecido al 20% son menores que al 93% lo que confirma el hecho que a pesar de tener, en el caso del 20%, un núcleo fresco de menor reactividad que al 93% se puede conseguir igualar la reactividad de fin de ciclo. De cualquier modo puede observarse que la reactividad de fin de ciclo para el caso del 20% y T = 25 días es aún positiva y que en conse-

cuencia el EC con enriquecimiento al 20% debería tener una carga de U235 menor que los 213gr propuestos para igualar la reactividad $\rho_{EC}=0$ en el ciclo de 25 días (que es el máximo posible con el EC del 90%).

Referencias:

- 1- IAEA GUIDEBOOK, Research Reactor Core Conversions from the use of Highly Enriched Uranium to the Use of Low Enriched Uranium Fuels, Final Draft 1980.
- 2- M.J.Roth, J.D. Mac'Lougall, P.P. Kemshell; The Preparation of Input Data for WIMS, ALEN-R-538.
- 3- O.Chiovato, F. Di Pasquantonio; GGTC - ENEL, CNA-CPL, 1977.
- 4- C.R Grant; PUMA, Sistema para la simulación del funcionamiento de Reactores Nucleares, Teoría y Uso, CNEA- Re-163, 1980.
- 5- T.B. Fowler et al; EXTERMINATOR II, a FORTRAN IV Code for Solving Multigroup Neutron Diffusion Equations in two Dimensions, ORNL - 4078, 1976.

EC	T días	ρ_{EC} (pcm)	ρ_{FC} (pcm)	$\frac{\Delta\rho}{\Delta m^{235}}$ (*)	AUTOR
180gr U235 E= 93%	8	2990	2800	9.5	CNEA
	14	2199	1856	10.9	
	25	635	-35	10.8	
	10	577	-10	23	ANL
	8	2305	2075	11.2	CEA
	79	--	--	9.4	INTERATOM
213gr U235 E= 20%	8	2474	2340	6.8	CNEA
	14	1914	1668	7.1	
	25	825	362	7.6	
	10	517	10	20.5	ANL
	8	2261	2068	9.8	CEA
	79	--	--	6.1	INTERATOM

TABLA 1. (*) pcm/gr

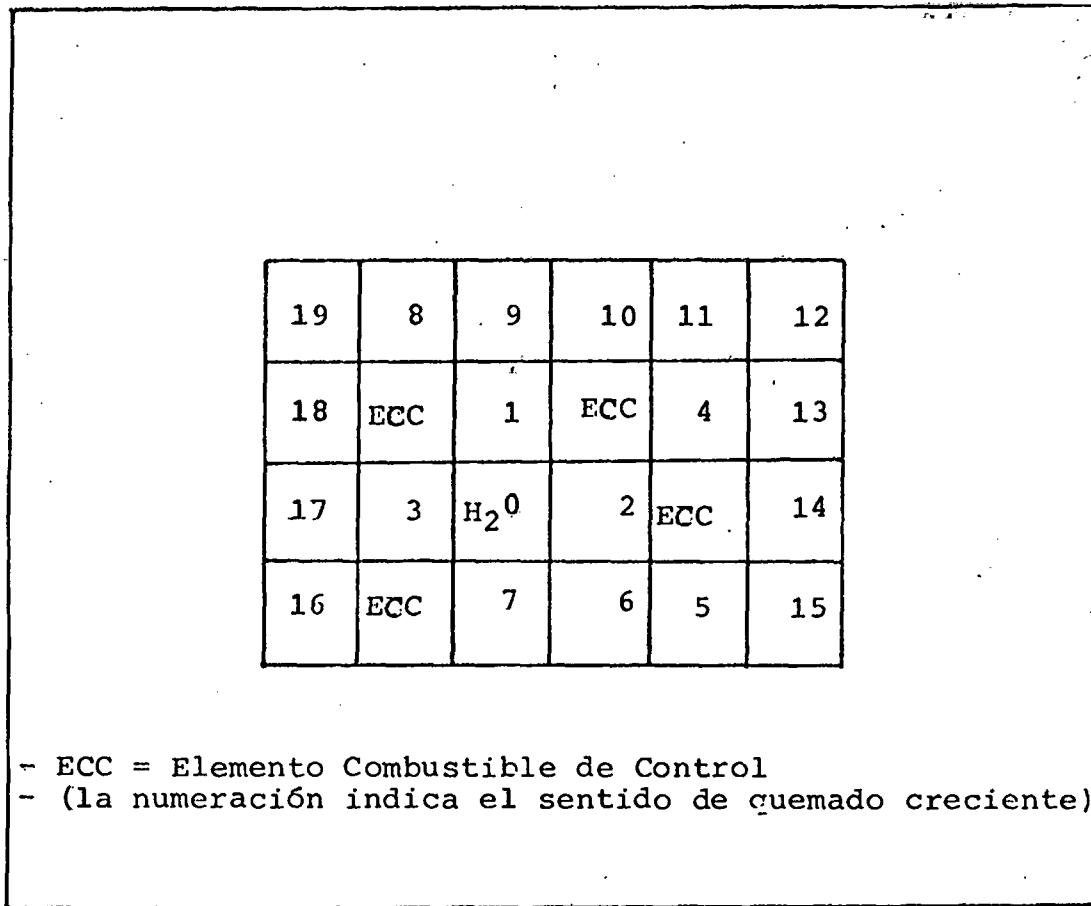


Figura 1: modelo xy para cálculos de quemado.

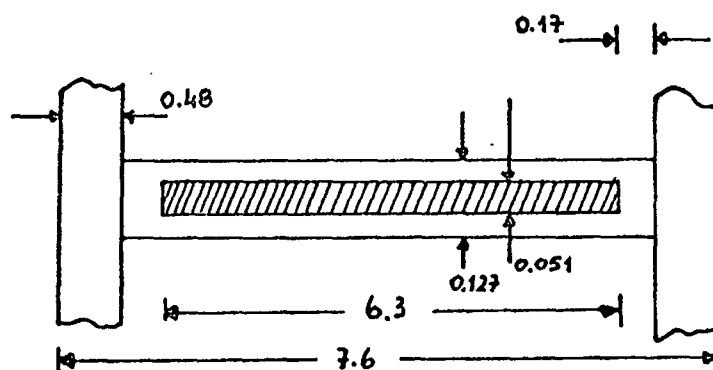


Figura 2: geometría del EC utilizado en el cálculo, medidas en cm.