

ESTUDIO DE DISTINTAS OPCIONES DEL CODIGO WIMS PARA EL CALCULO DE PARAMETROS DE CELDA DE SISTEMAS FINITOS DE UO_2 NATURAL MODERADO CON D_2O

ANDRES V. GALIA - RAQUEL A. PAVIOTTI CORCUERA

C.N.E.A.

I. INTRODUCCION

El objeto de este trabajo es el análisis de los resultados que se obtuvieron empleando distintas opciones del código WIMS para el cálculo de parámetros de celda en sistemas finitos de UO_2 moderados con D_2O .

El código WIMS (1) es un programa para cálculos de celda que utiliza teoría de transporte para hallar el flujo en la celda de un reactor en función de la energía y del espacio y puede emplearse tanto para reactores térmicos como rápidos. La biblioteca básica de secciones eficaces es para 69 grupos energéticos, de los cuales 14 son rápidos, 13 resonantes y 42 térmicos. En una primera etapa, y a través de un cálculo basado en métodos de probabilidades de colisión, el código obtiene el espectro para 69 grupos energéticos y en cada región principal de la celda. Este espectro lo utiliza luego para condensar las secciones eficaces al número de grupos elegidos para el cálculo de la dependencia espacial en forma detallada en una red infinita. Para este cálculo se utiliza teoría de transporte, empleando métodos integrales o diferenciales para resolver la ecuación de transporte. La solución diferencial se obtiene por medio del código WDSN (2) que está basado en la aproximación S_N de Carlson; mientras que la solución integral está basada en métodos de probabilidades de colisión y para su obtención se puede optar entre varias subrutinas de cálculo (3) de acuerdo con el grado de complicación geométrica de la celda.

Como los códigos de cálculo que resuelven estas ecuaciones suponen que la dispersión de isotropa, la anisotropía de la dispersión se considera empleando secciones eficaces totales corregidas por transporte. Para las regiones de energías térmicas la expresión de la sección eficaz resultante es:

$$\Sigma_{tr}^g = \Sigma_T^g - \frac{1}{3} \sum_n S_n^g$$

que define la corrección por transporte de la sección eficaz por suma de filas de la matriz de dispersión P_1 . Para las regiones epitérmicas la expresión que resulta es.

$$\Sigma_{Tr}^g = \Sigma_g^g - \frac{1}{v} \sum_{h \neq g} W_{hg} S_{hg}^g \quad (2)$$

con

$$W_{hg} = \frac{J_h}{J_g}$$

la cual define la corrección de transporte por suma pesada de columnas de la matriz de dispersión P_1 .

Para modificar los resultados que se obtienen para una red infinita y tener en cuenta el efecto de la fuga sobre el flujo neutrónico se puede emplear teoría de difusión o la aproximación B_1 , para lo cual primero debe homogeneizarse la celda haciendo un promedio pesado en flujo y en el volumen de las secciones eficaces y los coeficientes de difusión.

Los coeficientes de difusión promedio se pueden obtener por los métodos "sigma transporte medio" o "Benoist".

El primer método está basado en un promedio en flujo y en el volumen de las secciones eficaces corregidas por transporte y en él no se tienen en cuenta las asimetrías que se producen en el flujo debido a la heterogeneidad; mientras que el método de Benoist tiene en cuenta dichas asimetrías y está basado en la teoría de Benoist (4) que incluye todos los términos de correlación de orden mayor.

2. CALCULOS EFECTUADOS

Los cálculos efectuados en este trabajo se compararon con mediciones experimentales llevadas a cabo en el reactor canadiense ZED-2, que es un reactor de potencia cero con elementos combustibles de UO_2 natural y moderado con D_2O .

En este reactor se han efectuado experiencias para elementos combustibles de 19 (5) y 28 barras (6,7 y 8) y en este trabajo se comparan los cálculos con las mediciones realizadas con pasos de 18 y 36 cm para el cluster de 19 barras y de 24 y 40 cm para el cluster de 28 barras.

Para la solución de la ecuación de transporte en una red infinita y en geometría detallada, en ambos casos se consideraron 13 grupos energéticos y la celda se dividió en 7 regiones espaciales, en forma de anillos concéntricos, empleándose las subrutinas WDSN, en la aproximación S_4 , y PERSEUS, que es una de las subrutinas que se puede utilizar para la solución integral de la ecuación de transporte.

Para el cálculo del espectro teniendo en cuenta la fuga neutrónica se emplearon las siguientes opciones:

- 1) Teoría de difusión con coeficiente de difusión corregido por transporte.
- 2) Teoría de difusión con coeficiente de difusión calculado por el método de Benoist.
- 3) Aproximación B_1 con coeficiente de difusión corregido por transporte.

- 4) Aproximación B_1 , con coeficiente de difusión calculado por el método de Benoist.

Se calculó k_∞ , el factor de multiplicación para un medio infinito; k_{ef} , el factor de multiplicación para un medio finito; B , el buckling material; δ , la relación de fisiones rápidas; C , el factor de conversión relativo a la columna térmica; R_{Mn}^{Lu} , el cociente entre las velocidades de absorción en el Lu^{176} y el Mn^{55} , y R_{Mn}^{Mn} , la velocidad de absorciones en el Mn^{55} .

3. CONCLUSIONES

La finalidad de este trabajo quedó concretada con el análisis de las distintas opciones empleadas para obtener el flujo en un sistema finito. Al respecto, cabe mencionar que la aproximación B_1 con el coeficiente de difusión calculado por el método de Benoist debería haber dado los mejores resultados. Sin embargo, la sofisticación del método de Benoist no aportó mejoras en los tipos de redes de UO_2/D_2O estudiadas.

Por otra parte, este análisis involucró una comparación de los resultados obtenidos mediante el cálculo con los valores experimentales. Como conclusión de esta comparación surgió que WIMS predice aceptablemente la estructura fina de flujo y la forma del espectro térmico neutrónico; mientras que la subestimación del 13% observada en los valores de la relación de fisiones rápidas, lo mismo que la subestimación del 1,5% en los valores de k_{ef} y la sobreestimación del 4,2% en los del factor de conversión, observadas en algunos casos, debería ser algo menor.

Si bien el objetivo del trabajo se dió por cumplido con el análisis precedente, es interesante señalar que estudios realizados (9) para corregir discrepancias similares notadas en otros trabajos (10) determinaron que era necesario modificar los siguientes datos nucleares:

- Varia de 20 a 20,3 barns la sección eficaz de dispersión potencial para el H.
- Modificar la sección eficaz de dispersión potencial para el D de 3,4 a 3,35 barns.
- Endurecer el espectro de fisión del U^{235} de una temperatura media de 1,3 a 1,43 Mev.
- Reducir en 0,1 barns el valor original de la sección eficaz de absorción del U^{238} en la región de las resonancias.

- e) Modificar la sección eficaz del U^{235} para bajas energías neutronicas para obtener un valor de Σ mayor en sistemas bien termalizados.

Dado que cálculos posteriores realizados con estas modificaciones (11) mejoraron apreciablemente los valores predichos por WIMS, creemos que sería conveniente insertar las mismas en la biblioteca de secciones eficaces que obra en nuestro poder.

REFERENCIAS

- (1) ASKEW, J. et al: "A general description of the Lattice code WIMS", Journ. of the British Nucl. En. Soc. 5, 564, 1966.
- (2) ASKEW, J. y BRISSENDEN, R.J.: "Some improvements in the discrete ordinate method of B. G. Carlson Solving the neutron transport equation", AEEW-R 161, 1963.
- (3) JONSSON, A.: "THESEUS - A one group collision probability routine for annular systems", AEEW-R-253, 1963.
- (4) BENOIST, P.: "Formulation Generale du Coefficient de Diffusion dans un milieu heterogene comportant eventualment des cavities", SPM-522, 1958.
- (5) GREEN, R. E. y BIGHAM, C. B.: "Lattice Parameter Measurements in ZED-2", Symposium on Exponential and Critical Experiments, IAEA, Viena (1964) II, pág. 457.
- (6) SERDULA, K. J.: "Lattice Measurements with 28-Element Natural UO_2 Fuel Assemblies, Part I", AECL-2606.
- (7) SERDULA, K. J. y GREEN, R. E.: "Lattice Measurements with 28-Element Natural UO_2 Fuel Assemblies. Part II", AECL-2772.
- (8) DE LANGE, P. W. et al: "Experimental Initial Conversion and Fast Fission Ratios for Clusters of Natural U and UO_2 in D_2O ", AECL-2636.
- (9) CHAWLA, R.: "An Assessment of Methods and Data for Predicting Integral Properties for Thermal Reactor Physics Experiments", AEEW-R797, 1972.
- (10) KEMSHELL, P. B.: "An Analysis of Heavy Water Moderated Cluster Lattices using the WIMS code", AEEW-R549, 1969.
- (11) ALLEN, F. R. et al: "Analysis of SGHW Experiments Using Revised Nuclear Data in WIMS", AEEW-M1127, 1972.