

ANÁLISIS NEUTRÓNICO PARA EL USO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES TIPO SILISURO (U_3Si_2 -Al) EN EL RP-10

Cuya T.⁽¹⁾ rcuya@ipen.gob.pe, Ravnik M.⁽²⁾

(1) Departamento de Cálculo, Análisis y Seguridad – IPEN / Lima, Perú
(2) Reactor Physics Division – L Josef Stefan Institute / Ljubljana, Slovenia

RESUMEN

Se muestra un análisis neutrónico para la factibilidad del uso de elementos combustibles tipo silisuros en el reactor RP-10.

Se hace una comparación de los parámetros neutrónicos de importancia para el núcleo de arranque del RP-10 compuesto por elementos de óxido de uranio y silisuros. Se demuestra desde el punto de vista neutrónico, que tener un núcleo compuesto por este tipo de elementos no conllevaría a realizar modificaciones en las instalaciones del reactor.

1. CONTENIDO

El análisis neutrónico tiene como primer paso la realización del modelo de celda, tomando en cuenta, las densidades, temperatura, espectro de energía y la adecuada homogenización de las celdas básicas constituyentes del reactor. La dependencia de las secciones eficaces del U_3Si_2 -Al con la temperatura se asumieron igual al de U_3O_8 -Al. Esperando que esto no introduzca mayores errores en el rango de 20 a 40°C.

Es así que usando el código WIMSD2 [1], un conjunto de datos nucleares tuvo que generarse para cada uno de los materiales:

Elemento combustible normal
Elemento combustible de control
Barra fina
Caja de agua
Caja de irradiación
Elemento reflector de grafito
Elemento reflector de berilio

La información técnica en cuanto a geometrías, densidades y composición química de los elementos combustibles de normales y de control fue provista por CERCA [2].

Se crearon librerías para las celdas combustibles en función al quemado y potencia, los datos que estas librerías contienen son las constantes de difusión, sección eficaz de absorción, sección eficaz de fisión, secciones eficaces de dispersión entre otras [3]. Esta data fue generada a 2 grupos de energía, tomando los siguientes rangos:

Rango térmico: 0 – 0,625 eV
Rango rápido: 0,625 eV - 10 Mw

De esta forma y usando un modelaje a una dimensión la librería SILI.LIB (Apéndice II) fue creada.

Las constantes de la celda para el elemento tipo U_3O_8 -Al fueron tomadas del la librería ya existente y en uso actualmente [4].

Para el cálculo de reactor se usó el código CITATION [5] y se consideró las barras de control totalmente extraídas, los mapas de flujo y potencia fueron generados con un modelo 2D. Para la determinación de los factores de pico se usaron modelos en 3D. Para procesar los resultados se usó el CPC [3], los valores determinados son mostrados en la tabla 1.

Factores pico
Máximo exceso de reactividad
Distribución de potencia
Distribución de flujos

2. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se muestran a continuación, se dan los valores experimentales y calculados de CNEA[6][7] para fines de comparación.

Tabla 1. Factores de pico radial, total y MERN, considerando el núcleo de arranque del RP-10.

	U ₃ Si ₂ -Al (Calculado)	U ₃ O ₈ -Al (Calculado)	CNEA (U ₃ O ₈ -Al)
Factor Pico radial	1,64	1,48	1,72(calculado)
Factor Pico Total	2,83	2,56	2,70 (calculado)
Máximo exceso de reactividad en el núcleo (pcm)	8573	6828,5	6880 (Experimental)
Max. Flujo Epidérmico (F4)	17,243	21,307	
Max. Flujo Térmico (F4)	17,052	15,641	

3. CONCLUSIONES

- 1) Como podemos observar obtenemos un mejor valor del exceso de reactividad con respecto al núcleo formado por elementos de óxido de uranio (1647 pcm de diferencia), esto permitirá trabajar con periodos de mayor tiempo, así como llegar a mejores valores de quemado lo cual implica ahorro en el combustible nuclear.
- 2) Obtenemos mayores valores de los factores de pico radial y total, esto es debido a que existe mayor densidad de uranio y debido a un aumento del número de placas, lo cual ha aumentado el número de canales de refrigeración, pero a su vez disminuido la distancia entre canales. En todo caso los valores de los factores de pico no superan los límites de seguridad exigidos para el RP-10.
- 3) Observamos una gran similitud entre los

mapas de flujos y potencia obtenidos para el núcleo del RP-10 considerando ambos tipos de elementos.

- 4) Una nueva gestión iniciada a partir de un núcleo como el propuesto sobre la base de elementos tipo silisuros podría bien ser similar a la actualmente llevada a cabo. Una gestión a partir de un núcleo en la cual ambos tipos de elementos estén presentes debería de ser bien estudiada, debido a que las diferencias de densidades y quemado podrían producir picos de potencia locales.

4. REFERENCIAS

- [1]. WIMS-D/4 Program Manual, NEA-0329, Organization for Economic Cooperation and Development Nuclear Energy Agency, Data Bank, Paris, France (1983).
- [2]. Cerca, J. Le Pape 1999 (Comunicación Privada).
- [3]. Teobaldo Cuya G. Estudio neutrónico para el uso de elementos combustibles tipo Silisuro (U₃Si₂-Al) en el RP-10. RT:07-2000-DGI/DR/CASE/NT.
- [4]. Guarnizo J. CPC: Códigos de Cálculo neutrónico. IPEN - Centro Nuclear RACSO, Huarangal, 1995.
- [5]. Fowler, T. B.; Vondi, D. R. Nuclear Core Analysis Code: CITATION, ORNL-TM-2496, July 1969.
- [6]. M. Higa. Cálculo de factores de pico de potencia del núcleo de arranque RP-10. PE01-06-PS-0400-0002-FD-0-0, 09/05/98.
- [7]. Arena E. Operación Reactor RP-10. Memorando 00050 15/12/88.