

PRIMERA PUESTA A CRITICO DE LA CENTRAL NUCLEAR EMBALSE Y MEDICIONES
NEUTRONICAS A BAJA POTENCIA

PARTE 2: COMPARACION ENTRE CALCULOS Y MEDICIONES.

J.I. M.T.
SIDELNIK, Jorge *, GARCIA, Gustavo *, BANG, María T. *, VIÑEZ, Juan C. **
FINK, José ^{J.M.} **.

Dpto. Reactores - Gerencia de Ingeniería, C.N.E.A.

Central Nuclear en Embalse, C.N.E.A.

1. INTRODUCCION

Este trabajo presenta las comparaciones entre cálculos y mediciones de parámetros neutrónicos relevantes realizados durante la puesta a crítico de la C.N. Embalse y las experiencias subsiguientes a baja potencia.

En particular se muestran comparaciones de los siguientes parámetros:

- Concentración de boro crítico.
- Reactividad de zonas líquidas.
- Reactividad de barras ajustadoras.
- Reactividad de barras absorbedoras y de parada.
- Mediciones de flujo en ocho configuraciones de mecanismos de reactividad.
- Transitorios de flujo en distintas ubicaciones producidos por la acción de los sistemas de parada.

Las tareas de simulación a) a e) fueron hechas inicialmente en 1978 por uno de los autores (J.C. Viñez) como parte de su entrenamiento en Sheridan Park, Canadá. La mayor parte de estos cálculos fueron repetidos en la CNE en el período comprendido entre la primera carga de combustible y la puesta a crítico utilizando datos actualizados para los modelos y las condiciones reales del reactor.

2. PROGRAMAS DE CALCULOS UTILIZADOS

Los programas de cálculo que se emplearon son los usados normalmente en AECL para el diseño del núcleo.

Estos programas que son parte de un conjunto más grande fueron transferidos por AECL y puestos en funcionamiento en CNFA. Son los siguientes:

POWDERPUFS-V: Cálculos de celda por el método de Westcott para redes de uranio natural agua pesada.

RECEIVED
AID
1985

1

- MULTICELL : Cálculo de secciones eficaces incrementales para representar mecanismos de reactividad por un método de difusión modificada.
- CHEBXEMAX : Cálculo de reactor en geometría cartesiana tridimensional a dos grupos de energía.

3. MODELOS DE REPRESENTACION DEL REACTOR

Se utilizaron dos modelos de representación, uno de reactor completo (46x28x23) y otro de un cuarto de reactor (24x28x14), ambos con un reticulado de malla fina con intervalos de entre uno y medio paso de red (distancia entre canales = 28.575 cm).

El modelo de núcleo completo se empleó fundamentalmente para el cálculo de configuraciones en las que se midieron distribuciones de flujo y para determinar el valor en reactividad de bancos asimétricos de barras ajustadoras. El modelo de un cuarto de núcleo se uso para los otros casos.

La principal limitación de este último modelo reside en que es necesario forzar la simetría de los manojos deprimidos y de algunos pocos materiales estructurales dentro del núcleo. Por esta razón no es adecuado para el cálculo de distribución de flujo pero sí para determinar valores de reactividad de absorbentes que tengan la simetría correspondiente.

4. COMPARACIONES

4.1 Concentración de Boro Crítico

El cálculo de la concentración de boro crítico se obtuvo a partir de la simulación detallada del caso nominal para las mediciones de flujo (ver 4.6) y se efectuaron correcciones para tener en cuenta pequeñas diferencias entre las condiciones supuestas para la simulación y las condiciones reales del reactor.

La concentración de boro crítico equivalente resultó ser de $9,9 \pm 0,2$ ppm mientras que la concentración calculada fue de 9,70 ppm. Se enviaron muestras a Canadá para que sean analizadas en los laboratorios de Chalk River pero todavía no se dispone de los resultados.

4.2 Coeficiente de Boro

Se realizó el cálculo del coeficiente de reactividad de boro para condiciones de Fase B con el modelo de un cuarto de núcleo obteniéndose un valor de 8,55 mk/ppm para la configuración nominal y de 8,48 mk/ppm para la configuración en todas las barras ajustadoras extraídas. Estos coefi

cientes se emplean para obtener valores de reactividad de los mecanismos pero no se realizaron mediciones del coeficiente para hacer comparaciones.

4.2 Reactividad de las Zonas Líquidas

Se calculó el valor de reactividad de las zonas líquidas para distintos niveles medios de agua en la configuración nominal.

Si se ajusta por cuadrados mínimos la parte lineal de la curva de reactividad en función de nivel, se obtiene un coeficiente de reactividad de 0,07717 mk/% de nivel lo cual se compara con un valor similar medido de 0,07937 mk/%.

El valor en reactividad total medido es de 7,4 mk comparado con un valor de 7,1 mk obtenido por cálculo.

En ambos casos el valor calculado es levemente menor que el valor medido, aproximadamente un 4%.

4.4 Reactividad de las Barras Ajustadoras

Se realizaron cálculos de valores de reactividad de barras individuales y de los grupos de barras (bancos) que se mueven simultáneamente en operación normal.

El valor en reactividad calculado de todas las barras ajustadoras resultó de 12,53 mk comparado con un valor medido de 14,43 mk lo que representa una subestimación de 13%. La comparación entre valores calculados y medidos para barras individuales mostró también que en promedio los valores calculados eran 15% más bajos que los medidos.

4.5 Reactividad de las Barras Absorbedoras y de Parada

Se calcularon los valores en reactividad de las barras absorbedoras en forma individual y en bancos.

Las comparaciones para barras individuales mostraron que en promedio los valores calculados eran aproximadamente un cuatro por ciento más bajos que los medidos.

En el caso de los bancos de barras las reactividades calculadas eran en promedio un 13% más bajas que las medidas.

Para las barras de parada los valores calculados de reactividades individuales resultaron en promedio 8% más bajas que los valores medidos.

4.6 Mediciones de distribuciones de Flujo

Se calcularon las 8 configuraciones en las que se miden distribuciones de flujo con el modelo detallado de núcleo completo. Los flujos en las ubicaciones de los detectores de vanadio y en los tubos en los que se desplazan las cámaras de fisión se obtuvieron de los archivos de flujo creados por CHFBXEMAX a través de un programa auxiliar de interpolación parabólica tridimensional.

Los valores calculados se compararon con los medidos normalizándolos al valor promedio en cada configuración. Para cada caso se calcularon la desviación cuadrática media y factores de asimetría respecto de los tres planos que atraviesan el centro del reactor.

Las distribuciones de flujo medidas en las ocho configuraciones de mecanismos de reactividad muestran las distorsiones esperadas por el movimiento de barras.

El valor cuadrático medio de la discrepancia entre las distribuciones de flujo medidas y calculadas osciló entre 2 y 4% para los detectores de Vanadio y entre 1 y 4% para los barridos con las cámaras de fisión dependiendo de la configuración.

Se obtuvo también que el factor de asimetría calculado en el sentido vertical tenía signo contrario al medido lo cual podría deberse a que ubicación de las barras ajustadoras esta levemente descentrada.

Esto no presenta problemas de operación pero es necesario ajustar los modelos de representación del reactor para los cálculos de gestión de combustible por ese efecto.

4.7 Transitorios de Flujo producidos por la acción de los Sistemas de Parada

Se compararon valores medidos con detectores de platino y cámaras de ionización y fisión de curvas de caída del flujo en distintas ubicaciones del reactor con valores calculados para los transitorios inducidos por la acción de los sistemas de seguridad en su mínima condición operativa. Las dos barras más efectivas inhabilitadas en el sistema de parada N° 1 y la tobera más efectiva inhabilitada en el sistema de parada N° 2. Los cálculos fueron realizados en Canadá por AECL para todos los reactores de 600 MW.

Se encontró que las mediciones con las cámaras de fisión y de ionización neutrónicamente más exactas coincidían bien con las predicciones o eran en algunos casos más rápidas. Las respuestas de los detectores de platino son más lentas como es de esperar sus características.

Las mediciones demostraron que la respuesta de los sistemas cumple bien las hipótesis hechas en los análisis de seguridad.

5. CONCLUSIONES

Se puede concluir que el acuerdo entre cálculos y mediciones es satisfactorio mostrando que el núcleo y los mecanismos de reactividad fueron contruídos de acuerdo al diseño.

También se comprueba que los transitorios de flujo debidos a la acción de los sistemas de seguridad medidos con las cámaras de fisión y de ionización eran muy cercanos a los predichos en los análisis y en algunos casos levemente más rápidos. De esta manera se validan entonces tratamientos neutrónicos de los análisis de seguridad.

Queda por analizar los métodos de cálculo para explicar el efecto observado de leve sobre-estimación de los valores de reactividad de los mecanismos.

La responsabilidad asumida por CNEA en la realización de la mayor parte de las simulaciones de apoyo a la Fase B muestra la capacidad de cálculo neutrónico del reactor Candú adquirida e implementada en los últimos años.

Esto conjuntamente con la experiencia ganada en la planificación y ejecución de la puesta a crítico y de las mediciones neutrónicas a baja potencia muestra que CNEA está en condiciones de asumir la responsabilidad de estas tareas para la próxima central de tubos de presión que se construya en el país.

SES.