

GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE EN LA CENTRAL NUCLEAR DE ALMARAZ

INTRODUCCIÓN

Se resumen en este artículo las novedades y tendencias en la gestión de combustible de Almaraz en los últimos años.

Los objetivos y prácticas de la gestión de combustible en CNAT se describieron en un artículo publicado en la edición de noviembre de 2011 de esta misma revista y siguen vigentes en la actualidad.

COMPORTAMIENTO DEL COMBUSTIBLE

El diseño básico del elemento combustible utilizado en Almaraz es el MAEF 1212, heredero de su predecesor MAEF 2007 incorporando pequeñas modificaciones, con las que se pretende mejorar aún más si cabe su comportamiento y fiabilidad. El material base de vaina es el zirlo, si bien actualmente se está completando la transición al nuevo material de vaina zirlo optimizado, con el que se espera ganar márgenes con los que afrontar los nuevos requisitos regulatorios cada vez más estrictos, así como se espera seguir manteniendo los exce-

lentes resultados de comportamiento del material de vaina anterior. En la actualidad, el objetivo de INPO de cero fallos de combustible es una realidad en Almaraz, donde no se ha producido ningún fallo desde el año 2011 (un solo fallo desde 2006). Tampoco se ha producido ningún otro tipo de problemas que haya podido afectar a la operación de las plantas.

Estos resultados se han conseguido gracias al modelo cooperativo de Almaraz y a la buena colaboración con Enusa, que ha supuesto la implicación



JUAN CARLOS MARTÍNEZ MURILLO

Jefe de Combustible de CENTRALES NUCLEARES ALMARAZ-TRILLO

EQUIPO DEL DEPARTAMENTO DE COMBUSTIBLE DE CENTRALES NUCLEARES ALMARAZ-TRILLO





del suministrador en el cumplimiento de los objetivos de gestión de CNAT. Esta colaboración abarca en la actualidad todas las actividades del ciclo de combustible, desde las de diseño y licencia de los elementos y recargas, hasta la gestión del combustible gastado, área cada vez con mayor peso, pasando por la fabricación de la recarga y servicios de manejo e inspección. El resultado ha sido la generación fiable, segura y económica de electricidad de origen nuclear.

MODIFICACIONES EN LA OPERACIÓN

Como se comentaba con anterioridad, las modificaciones más relevantes en este periodo afectan al diseño mecánico del elemento y material de vaina.

Las mejoras en el diseño mecánico de los elementos de combustible buscan aumentar la protección ante fallos por *debris*, con un diseño robusto de la rejilla protectora y la inminente introducción del proceso de preoxidación en Juzbado. Con la transición a materiales de vaina avanzados como el zirlo optimizado, se persigue una mayor resistencia a la corrosión, aspecto clave a la hora de ganar márgenes operativos con los que poder afrontar las futuras regulaciones de RIA y LOCA, cada vez más demandantes, así como posicionarse para el cada vez más próximo almacenamiento en seco.

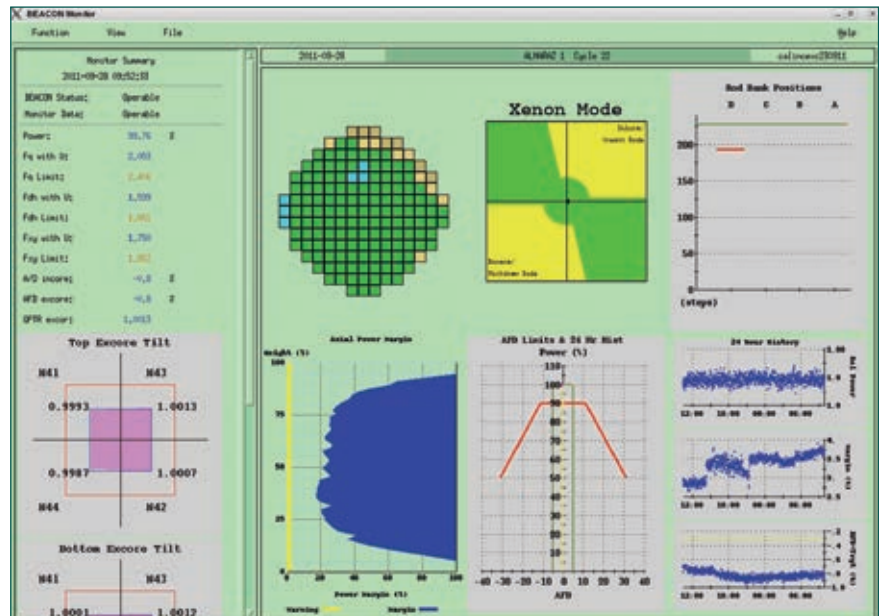
Este tipo de transiciones siempre se vienen haciendo de manera gradual, empezando por la introducción de unos pocos elementos previo a su introducción masiva en tamaño de lotes de recarga, una vez verificado su comportamiento mediante programas de inspección específicos y su implantación industrial en las plantas de referencia suministradas por Westinghouse.

En el momento actual, y para una gestión de ciclos de 18 meses, se viene utilizando un lote de recarga típico de 64 elementos enriquecidos al 4.60% en U-235.

NOVEDADES DE GESTIÓN

En cuanto a las novedades de gestión en este periodo es destacable lo siguiente:

A. Integración, cada vez mayor, de los servicios de combustible en los contratos de suministro de recar-



gas, donde la tendencia es ir cada vez más hacia una gestión integrada en estrecha colaboración con el suministrador.

B. Peso específico cada vez mayor de las actividades relacionadas con la gestión del combustible gastado. Dadas las necesidades de espacio para almacenar el combustible gastado en las piscinas, están a la orden del día las actividades relacionadas con la caracterización de residuos, puesta a punto de herramientas, reordenación de elementos, campañas de inspección de combustible, y un sinfín de actividades encaminadas a un correcto posicionamiento previo y necesario a la descarga del combustible a contenedores.

VIGILANCIA DEL COMPORTAMIENTO DE COMBUSTIBLE Y PROYECTOS DE I+D

CNAT, ANAV y Enusa han desarrollado unos planes conjuntos de investigación y vigilancia del comportamiento del combustible que han permitido cuantificar los márgenes de operación para optimizar el ciclo de combustible y validar innovaciones de diseño del mismo. En cuanto a la vigilancia del combustible tanto sano como dañado, se reforzó la colaboración con ANAV y Enusa, disponiéndose en la actualidad de unos datos de comportamiento muy amplios, que permiten acometer mejoras de diseño y operación sin riesgos significativos.

El modelo de colaboración ha sido pionero del modelo adoptado en EE.UU. por EPRI a través de las guías

de combustible, que dan cobertura a la iniciativa de INPO de cero fallos. La contribución de este modelo cooperativo al conocimiento del comportamiento del combustible nuclear ha sido reconocida en multitud de foros internacionales.

HERRAMIENTAS DE CÁLCULO

CNAT dispone de herramientas de cálculo con las que realiza la supervisión del diseño, optimización de ciclos y análisis de dinámica de planta y accidentes.

Las herramientas más significativas por área de análisis son las siguientes:

Área neutrónica:

- **EVACOM:** herramienta de acoplamiento y manejo del paquete de códigos de diseño CASMO-Simulate, utilizado ampliamente para gestión de ciclos (tanto a corto como a largo plazo).
- **SIMULATE-3K:** código de núcleo con variable temporal para realización de análisis de transitorios.
- **ORIGEN:** perteneciente al paquete SCALE, utilizado para cálculos de caracterización de combustible (inventario isotópico, fuente radiológica y térmica).
- **KENO:** perteneciente al paquete SCALE, utilizado para análisis de criticidad.
- **MAVRIC:** perteneciente al paquete SCALE, utilizado para cálculo de dosis.
- **MCNP:** código de transporte de radiación, utilizado para evaluar la respuesta de la instrumentación.



Área mecánica:

- **FALCON:** código de EPRI para análisis termo-mecánicos de barra combustible tanto en estado estacionario como en transitorios.
- **ANSYS:** código de elementos finitos para análisis de comportamiento mecánico de estructuras.

Área termohidráulica:

- **RELAP-5:** desarrollo y validación de un analizador de planta completo primario-secundario.
- **GOTHIC:** modelos de contención y piscinas.
- **TRACE:** conversión del modelo de RELAP.
- **RELAP-PARCS:** acoplamiento de estos códigos para análisis 3D de núcleo.
- **COBRA:** modelos de núcleo.
Para la realización de las tareas anteriores, CNAT recibe el apoyo de Iberdrola Ingeniería y Construcción, Gas Natural Fenosa Engineering, y las Universidades Politécnicas de Madrid y Valencia.

ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE IRRADIADO

En el momento actual, dada la capacidad limitada de espacio en las piscinas, el problema del almacenamiento del combustible irradiado ha pasado a primer plano, es una realidad que se está afrontando de forma prioritaria en la organización de CNAT en coordinación con el resto de actores nacionales.

La futura construcción de un almacén temporal individualizado (ATI) para la descarga del combustible de la piscina a contenedores es en este momento una prioridad para CNAT. Ya se han dado los primeros pasos, y se prevé que en un futuro próximo sea posible iniciar la carga de contenedores de almacenamiento en seco, recuperando un margen de almacenamiento suficiente en las piscinas y con ella la continuidad de la operación.

Hay otra serie de actividades en curso, como campañas de inspección y caracterización del combustible gastado almacenado en las piscinas, con el objeto de disponer de la

información necesaria que permita su gestión y acondicionamiento previo a su almacenamiento en seco. Estas actividades se están desarrollando en colaboración con Enusa.

El foco de atención se está desplazando pues de las actividades de la primera a la segunda parte del ciclo, que en este momento son relevantes e imprescindibles para permitir la operación de las centrales.

CONCLUSIONES

El objetivo de Almaraz es seguir manteniendo el excelente comportamiento del combustible en operación conseguido en los últimos años, reforzando las prácticas de gestión utilizadas hasta la fecha.

En cuanto a la segunda parte del ciclo, cada vez con mayor peso y relevancia, se trata de disponer de almacenamiento adicional que permita mantener la operación de sus reactores, así como sistematizar las actividades en curso encaminadas a posicionarse de manera adecuada para el almacenamiento en seco. ■