

# La gestión del combustible irradiado en la actualidad

por V. Onufriev\*

La gestión del combustible irradiado comprende las operaciones de manipulación almacenamiento de los elementos combustibles irradiados desde el momento en que se descargan, del reactor hasta que se reelaboran o se dispone de ellos de cualquier otra forma. Debido a que las decisiones relativas a la reelaboración evacuación definitiva del combustible irradiado se toman a menudo con demora las cantidades (especialmente de combustible de reactores de agua) que se acumulan en el almacenamiento siempre en constante aumento. Esta acumulación se da no solo en Estados con un desarrollo avanzado en el uso de la energía nuclear para la producción de electricidad, sino también en aquellos que están todavía en la etapa inicial del desarrollo en materia nuclear.

La cooperación internacional en el almacenamiento y transporte de combustible irradiado reviste interés para el OIEA, el cual formó un Grupo de expertos sobre la gestión internacional del combustible irradiado con el fin de estudiar estos temas en el período comprendido entre 1978 y 1982. En la Conferencia internacional sobre la experiencia adquirida en materia de energía nucleoelectrónica, celebrada en Viena en septiembre de 1982, se consideraron los aspectos técnicos y económicos de la gestión del combustible irradiado. La última vez, con anterioridad a ésta, en que se trataron específicamente estas cuestiones en un foro internacional fue en el Simposio Internacional sobre el Almacenamiento de Combustible Irradiado, organizado por la Agencia para la Energía Nuclear (AEN), de la OCDE, y por el OIEA, que se celebró en Madrid en 1978. Algunos aspectos del almacenamiento en seco del combustible irradiado se discutieron en la reunión de especialistas del OIEA, celebrada en Las Vegas en 1980, y en un curso práctico de especialistas de la AEN celebrado en Madrid en 1982. Los aspectos técnicos, económicos y ambientales del almacenamiento, transporte y reelaboración del combustible irradiado se discutieron en el Seminario del OIEA celebrado en Madrid en septiembre de 1983\*\*, del que aquí se hace una reseña.

## Programas nacionales de gestión del combustible irradiado

Solo algunos países presentaron políticas articuladas de gestión del combustible de reactores de agua ligera (LWR) irradiado, a saber: Checoslovaquia, los Estados Unidos, Francia, Italia y el Reino Unido. Existen todavía dos opciones: almacenamiento y reelaboración del combustible irradiado (de forma limitada), o almacenamiento seguido de evacuación definitiva. "Almacenamiento" en este contexto significa, en general, un almacenamiento provisional de unos diez años o más de duración a la espera de que se produzca una decisión

sobre su reelaboración; al adoptar una política pragmática se insiste siempre en preservar la opción a una evacuación definitiva del combustible irradiado, en espera de lo que pueda ocurrir en un futuro a largo plazo en el campo de la utilización del plutonio o de otras alternativas.

Francia y el Reino Unido confirmaron su decisión de reelaborar el combustible irradiado, pero aumentando al mismo tiempo su capacidad de almacenamiento. Italia tiene planes para poner en funcionamiento una central comercial de reelaboración a finales de la década de los 90 y, mientras tanto, aumentar la capacidad de almacenamiento del reactor y fuera de él. Checoslovaquia ha decidido superar la deficiencia actual de capacidad de almacenamiento mediante la construcción de piscinas adicionales fuera del emplazamiento de los reactores para el almacenamiento provisional en los próximos diez años.

Los Estados Unidos concentran sus esfuerzos en el desarrollo de repositorios geológicos; teniendo en cuenta el posible retraso de la puesta en servicio de la primera instalación de este tipo, se conservarán como opción a largo plazo las instalaciones de almacenamiento vigiladas y que permitan la recuperación del combustible almacenado.

## Reelaboración del combustible irradiado

En la actualidad solo hay tres centrales de reelaboración de combustible de LWR irradiado: en Karlsruhe, República Federal de Alemania (35 toneladas por año); en Tokai-Mura, Japón (200 t/a); y en La Hague, Francia (400 t/a). En las instalaciones actualmente en servicio se ha reelaborado un total acumulativo de unas 1400 toneladas de combustible de LWR irradiado.

En Francia, Japón, la República Federal de Alemania y el Reino Unido existen planes para aumentar la capacidad de reelaboración en la década de los 90. Se estima que en la década de 1990 la capacidad total mundial de reelaboración, excluidos los países con economías de planificación centralizada, será de unas 5000 t/a y el total acumulado de combustible de LWR irradiado ascenderá aproximadamente a 200 000 toneladas.

En Francia, Italia, el Reino Unido, la República Federal de Alemania y otros países se están llevando a cabo programas intensivos de investigación y desarrollo que persiguen los siguientes objetivos:

- diseñar instalaciones dotadas de unidades fiables y de sistemas de mantenimiento a distancia, con el fin de garantizar una gran capacidad de reelaboración;
- minimizar el volumen de desechos activos y desarrollar técnicas seguras de contención de desechos;
- garantizar la seguridad de los operarios y el control de los materiales fisibles.

## Aspectos ambientales y de seguridad de la reelaboración y almacenamiento del combustible irradiado

Se presentó un análisis detallado de este tema abundando en la experiencia anterior y dando una proyección de las tendencias futuras de la central de

\*El Sr. Onufriev es funcionario de la Sección de Materiales Nucleares y de Tecnología del Ciclo del Combustible, de la División del Ciclo del Combustible Nuclear del Organismo.

\*\*Seminario internacional sobre los aspectos técnicos y ambientales de la gestión del combustible irradiado, organizado por el OIEA y celebrado en Madrid (España), del 27 al 30 de septiembre de 1983.

reelaboración de la British Nuclear Fuels Ltd. en Sellafield (Reino Unido). Se informó que las descargas de efluentes líquidos, siempre dentro de los límites legales, han disminuido continuamente a lo largo de los diez años pasados; y la puesta en servicio in situ de una central de tratamiento por intercambio de iones, conocida como SIXEP, hace que los resultados sean aún mejores. Con la puesta en marcha de nuevos procesos, inclusive el tratamiento de los efluentes portadores de actínidos, se espera reducir de forma significativa las descargas procedentes de la central de reelaboración THORP que se va a construir en ese emplazamiento. Es de interés señalar tendencias semejantes en la central de La Hague, Francia: las descargas totales de las centrales UP3 y UP2-800 permanecerán al mismo nivel que los de la actual central UP2.

Una evolución semejante revela la experiencia en la exposición de los operarios a las radiaciones. Merece la pena destacar la importancia de las variaciones en los límites de las dosis recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR). Un análisis exhaustivo demuestra que tales variaciones en el diseño y el funcionamiento de centrales, tanto presentes como futuras, pueden tener múltiples consecuencias, afectando a los niveles de descarga de desechos permitidos así como a las exigencias relativas al acondicionamiento de los mismos. Se encontró muy interesante y pragmático el concepto de un nivel de dosis individual "de minimis", teniendo en cuenta los niveles de la radiación de fondo natural.

Con respecto al funcionamiento de las piscinas de almacenamiento, se mostró que, teniendo en cuenta la experiencia acumulada y la labor de investigación y desarrollo realizada en relación con el enfriamiento, la purificación del agua de la piscina, la estructura mecánica y la protección sísmica, es perfectamente posible construir y mantener satisfactoriamente en funcionamiento instalaciones que respondan a las recientes exigencias en materia de seguridad, si bien el costo de las modificaciones necesarias es bastante alto.

### Almacenamiento en húmedo

El almacenamiento en húmedo es hoy día la tecnología principal y esencial que sirve de enlace entre la central nuclear y la central de reelaboración o el lugar de evacuación definitiva.

La experiencia mundial indica que es posible almacenar combustible irradiado en piscinas de agua durante 20 años o más, a partir del momento en que se produce la descarga del combustible irradiado del reactor. Es posible mejorar aún más el diseño y los dispositivos de seguridad de las piscinas de almacenamiento, como así también rebajar la producción de desechos. También se realizan progresos en el aumento de la capacidad real de las piscinas de almacenamiento, por ejemplo, mediante la consolidación de las barras.

Se tienen informes del almacenamiento en agua de barras de combustible defectuosas sin que se haya advertido una evolución significativa en las grietas durante varios años. Esto significa que no existe prácticamente riesgo alguno de que se produzca un aumento rápido de la contaminación en el agua de la piscina. Este resultado tiene importantes repercusiones en el diseño de los circuitos de purificación de agua de

las instalaciones de almacenamiento, así como en su funcionamiento de forma sencilla y segura. Se confirmó, además la necesidad de que en el diseño y la construcción de las piscinas se tengan debidamente en cuenta los efectos de la tenso corrosión.

### Almacenamiento en seco

Al considerar el almacenamiento en seco gran parte de la atención se concentró en los cofres y cámaras dotados de enfriamiento natural por convección. En Wylfa, Reino Unido, se tiene ya una larga experiencia en el almacenamiento en cámaras del combustible Magnox irradiado. Existen unas cuantas instalaciones de almacenamiento experimental en cámaras de presión en Japón y en los Estados Unidos. En Canadá se han desarrollado investigaciones durante varios años sobre el almacenamiento del combustible irradiado CANDU en bidones de hormigón armado. El almacenamiento en cofres ha tenido varios proponentes y, según los informes, ya se han entregado o encargado cofres de 16 tipos. Sin embargo, merece la pena señalar que la experiencia "caliente" en materia de almacenamiento en seco en cofres es más bien limitada y no existe aún ninguna instalación de almacenamiento en cofres a escala comercial.

Tuvo lugar una amplia discusión sobre los costos del almacenamiento en seco y en húmedo, así como sobre las diferentes posibilidades de almacenamiento en seco. La lección más importante que cabe extraer es que siempre es muy difícil establecer comparaciones de costos entre proyectos de diferentes países, especialmente cuando las evaluaciones se han hecho en épocas diferentes y solo se ha trabajado con costos estimados.

Parece existir cierta incertidumbre en cuanto a la temperatura máxima a que puede almacenarse en ambiente seco el combustible revestido de zircaloy. Experimentos iniciales llevados a cabo por la Kraftwerk-Union, en la República Federal de Alemania, indican que esa temperatura podría llegar a los 500°C, pero estos datos deben confirmarse mediante otros experimentos.

### Transporte

El transporte de combustible irradiado es una tecnología ya madura y relativamente segura. Tiene una base firme y en desarrollo en el comercio internacional, ya que es una etapa necesaria en el ciclo del combustible, con reelaboración o sin ella. Entre las modalidades de transporte figuran el transporte por carretera y por ferrocarril, y el transporte marítimo.

En la actualidad se puede disponer de cofres de transporte de hasta 110 t. El transporte puede ser en húmedo o en seco, pero los cofres generalmente van llenos de gas nitrógeno. Hoy en día están en uso 50 cofres de las series TN y LK, y 25 más se hallan en construcción. También se utilizan en cantidades menores otros tipos de cofres.

Se ha acumulado ya una amplia experiencia en el transporte marítimo, por ferrocarril y por carretera de combustible irradiado con arreglo al Reglamento del OIEA para el transporte seguro de materiales radiactivos, sin que se haya producido ningún accidente grave que diera lugar a emanaciones radiactivas o a la contaminación.