



EDITORIAL

EL COMBUSTIBLE, ELEMENTO FUNDAMENTAL DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Al comienzo de los años 70, debido a la crisis del petróleo del año 1973, los planes de construcción de centrales nucleares se intensificaron, y muchos países, entre los que se encontraba España, desarrollaron planes energéticos a largo plazo en los que la energía nuclear tenía un papel predominante. En este contexto, surgió la necesidad de contar con un suministro del combustible nuclear que fuera fiable, seguro, económico y de calidad.

A lo largo de estas décadas el combustible nuclear ha tenido una evolución continua, incorporando avances tecnológicos fiables y seguros que han permitido satisfacer las necesidades derivadas de la mejora del rendimiento energético del ciclo operativo de las centrales.

Los avances tecnológicos se han producido tanto en la mejora de los materiales, para mantener la integridad cuando se les somete a irradiación, como en realizar diseños de elementos de combustible que incrementan el intercambio de calor entre estos y el refrigerante.

Estos diseños avanzados de elementos de combustible mantienen los límites de seguridad que garantizan la integridad del combustible, permitiendo a la vez el alargamiento de los periodos entre recargas. Esto ha significado una reducción de los costes de operación de las centrales simultáneamente a un incremento de la robustez del combustible.

Fruto de esta evolución inducida por las mejoras tecnológicas podemos decir que la situación en la actualidad es de una gran madurez, fiabilidad y confianza en los nuevos diseños.

España en su momento apostó por el ciclo abierto de combustible. En este proceso los elementos de combustible usados durante los ciclos operativos de diseño se almacenan íntegros de manera provisional en las propias piscinas de las centrales nucleares para permitir su decaimiento térmico y radiactivo, confinado y seguro. Al cabo de un periodo de tiempo de almacenamiento pueden ser trasladados de forma segura, mediante contenedores especiales de alta tecnología, a los almacenes temporales individuales (ATI). En un futuro, está previsto que puedan ser enviados al almacén temporal centralizado (ATC), actualmente en fase de diseño.

El proceso puede ser reversible, puesto que en ninguna de estas fases el elemento de combustible es modificado y deja abierta la posibilidad de ser reprocesado en un futuro. El reprocesado es una técnica conocida y empleada en otros países que consiste en extraer isótopos fisionables del combustible gastado.

Al descargarse del reactor el combustible usado contiene alrededor de 0,8 % de ^{235}U sin quemar, 94,3 % de ^{238}U y 4,9 % de productos de fisión e

isótopos radiactivos formados en el reactor, entre los que se incluyen alrededor de un 1 % de una mezcla de diferentes isótopos del plutonio. En el reprocesado se separan el uranio no consumido y el plutonio formado del resto de los componentes para su utilización posterior en la fabricación de nuevo combustible.

Los combustibles reelaborados se conocen con el nombre de MOX, que es la abreviatura de mezcla de óxidos: uranio natural, uranio reprocesado y plutonio. Estas operaciones de reprocesado se pueden realizar en instalaciones nucleares de Francia y Reino Unido (estos países, de hecho, utilizan MOX en algunas centrales nucleares) y en menor medida en Rusia e India. También China planea esta posibilidad.

El uranio es un elemento abundante y diversificado en la naturaleza y se encuentra distribuido en 21 países, en su mayoría geopolíticamente estables. El 63 % lo aporta Kazajistán, Australia y Canadá y en los últimos años Kazajistán ha incrementado la producción en un 7,6 % aproximadamente entre 2010 y 2012.

Las técnicas de exploración del uranio han evolucionado durante estos últimos años y donde antes era posible encontrar depósitos a menos de 100 metros de profundidad, ahora se encuentran a 500 metros. Además, los sondeos que antes se hacían a unos centenares de metros ahora se hacen a dos kilómetros de profundidad.

Las técnicas mineras también han evolucionado mucho haciendo que la lixiviación *in situ* se haya convertido en la técnica más importante de la actualidad. Un 45 % de la producción mundial de uranio se realiza por este método, situándose por encima de las técnicas habituales de minas subterráneas y de cielo abierto.

Como resultado de estas mejoras de prospección y extracción, según el último informe de septiembre de 2014 publicado por la Agencia de la Energía Nuclear (NEA) de la OCDE y el OIEA, las reservas identificadas de uranio totales se han incrementado en un 7,6 % desde el año 2011. Si consideramos las necesidades del año 2012, estas reservas son suficientes para el suministro de uranio a todas las centrales del mundo más allá de 120 años lo que supone ocho años adicionales a las previsiones anteriores.

El desarrollo de nuevos reactores y el impulso de tecnologías más avanzadas, así como el reprocesamiento del combustible usado, permitirá que haya más disponibilidad de uranio a largo plazo, de tal forma que las predicciones sitúan esta disponibilidad en un horizonte de muy larga duración.

Por otra parte, el combustible nuclear tiene un gran valor estratégico en el coste del kilovatio hora producido por tener una menor incidencia en

el coste final y contribuir así a la estabilidad de costes. En el caso del carbón el coste del combustible representa un 50 % del coste de generación, en el gas un 75 %, en el petróleo un 67 % y en la energía nuclear un 12 %. De este 12 % aproximadamente el 45 % se debe a la extracción del uranio, el 42 % al enriquecimiento y conversión y un 13 % a la fabricación del elemento de combustible.

Si consideramos el torio (Th) como alternativa al uranio como combustible nuclear, nos encontramos con un elemento que es más abundante en la Tierra que el uranio, aunque la tecnología para utilizarlo como combustible nuclear se encuentra aún en desarrollo. Las investigaciones para la posible utilización se están realizando en India, Estados Unidos y Canadá.

El fundamento se encuentra en la transformación nuclear del Torio-232 que es un isótopo de muy baja probabilidad de fisión, en otro isótopo como el Uranio-233 que es fisionable en reactores nucleares. Esta transformación nuclear podría llevarse a cabo en reactores especiales denominados reactores rápidos debido al espectro energético de los neutrones.

La utilización del torio representa ventajas frente al uranio ya que es un recurso abundante, produce pocos elementos transuránicos de vida larga y reduce los residuos en general. No obstante tiene inconvenientes como el alto coste de fabricación del combustible por la alta radiactividad del Uranio-233 y la creación, en sus reacciones de fisión, de elementos emisores de partículas alfa que dificultan el manejo del ciclo.

La Sociedad Nuclear Española considera que el combustible nuclear es un elemento fundamental para la generación de energía eléctrica y que su contribución en el proceso global de la operación de las centrales nucleares es altamente eficiente, segura y fiable.

La energía eléctrica de origen nuclear tiene un largo recorrido, tanto en las plantas que están operando actualmente como en las que se están construyendo y en las posibles tecnologías de futuro, y ello es posible, entre otras razones, por las características del combustible nuclear: robustez de diseño, alto rendimiento energético, una incidencia en el coste del kilovatio hora producido estable y poco sensible a los precios de la extracción del mineral, abundancia y diversidad de los recursos naturales, gestión adecuada de los elementos combustible usados, disponibilidad de técnicas de reprocesado y posibilidad de utilización en el futuro de otros elementos muy abundantes en la naturaleza como el torio.