

Reducción de los desechos nucleares y aumento de la eficiencia para un futuro energético sostenible

Jeffrey Donovan

Los reactores de neutrones rápidos pueden aumentar el rendimiento de la energía nuclear y reducir la huella ambiental de los desechos radiactivos. Muchos países se están planteando la posibilidad de usar estos reactores innovadores para contribuir a garantizar un futuro energético sostenible.

En los reactores rápidos se emplean neutrones que no se frenan con un moderador, como el agua, para mantener la reacción de fisión en cadena. Si bien en los reactores termonucleares existentes solo se utiliza una fracción de uranio natural como combustible, los reactores rápidos pueden aprovechar casi todo el uranio del combustible para obtener hasta 70 veces más energía, con lo que se reduce la necesidad de nuevos recursos de uranio.

Los reactores rápidos también funcionan conforme a lo que se conoce como ciclo cerrado del combustible nuclear. Un ciclo cerrado del combustible tiene lugar cuando el combustible gastado —combustible nuclear después de haber sido irradiado— se recicla y reutiliza. Ese sistema energético podría resultar sostenible miles de años, a diferencia de un ciclo abierto del combustible nuclear, en el que el combustible se emplea una vez y el combustible gastado se declara desecho con fines de ulterior disposición final subterránea en repositorios geológicos.

Los reactores rápidos también pueden producir o “reproducir” más combustible del que consumen y quemar parte de los desechos contenidos en el combustible gastado, como actínidos menores, proceso que los reactores termonucleares no pueden desempeñar con eficiencia. Quemándolos se reduce de manera considerable el volumen, la toxicidad y la vida útil de los desechos radiactivos de período más largo.

“La huella ambiental de una fuente de energía, como sus desechos, plantea un gran interrogante para muchos países en búsqueda de maneras sostenibles de suministrar energía limpia”, afirma Amparo Espartero González, Jefa Técnica del OIEA en materia del ciclo del combustible nuclear. “La capacidad de reducir esa huella y, al mismo tiempo, aprovechar mejor el combustible nuclear es un aspecto importante del creciente interés de muchos países por los reactores rápidos y motor de su desarrollo tecnológico”.

Vuelta a escena

Los reactores rápidos se encuentran entre las primeras tecnologías utilizadas en los albores de la energía nucleoelectrica, cuando se consideraba que los recursos de uranio eran escasos. Sin embargo, a medida que los problemas técnicos y de los materiales obstaculizaban el desarrollo y se descubrieron nuevos yacimientos de uranio, los reactores de agua ligera (LWR) terminaron por convertirse en la norma de la industria. En la actualidad, hay cinco reactores rápidos en funcionamiento: dos reactores en explotación (el BN-600 y el BN-800) y un reactor de ensayo (el BOR-60) en Rusia, el reactor reproductor rápido de ensayo (FBTR) en la India y el Reactor Experimental Rápido de China (CEFR).

Gracias a nuevos conceptos, tecnologías y avances en la investigación de materiales, junto con una visión a largo plazo de la energía nucleoelectrica como parte de la energía sostenible, la opción de los reactores rápidos está resurgiendo. Estos avances suelen ir acompañados de actualizaciones innovadoras, como características de seguridad optimizadas y diseños mejorados y más compactos centrados en la dimensión económica. Asimismo, los diseños nuevos también incluyen refrigerantes alternativos, como sal fundida, plomo, plomo-bismuto y gas.

El reactor BN-800 de la central nuclear de Beloyarsk en Rusia.

(Fotografía: Rosenergoatom)

“Los reactores rápidos llevan decenios perfeccionándose, principalmente como reactores reproductores de combustible y, en los últimos años, también como reactores modulares pequeños de batería de vida prolongada, e incluso como microrreactores”, afirma Vladimir Kriventsev, Jefe del Grupo del OIEA de Desarrollo de Tecnología de Reactores Rápidos. “Los reactores rápidos pueden convertir la energía nucleoelectrica en una fuente de energía sostenible durante miles de años y aportar mejoras considerables a la gestión de los desechos nucleares”.

Reactores rápidos en desarrollo

Se están desarrollando reactores rápidos en todo el mundo. El OIEA desempeña un papel central en el apoyo a su desarrollo y despliegue, así como en el intercambio de información y experiencias, en especial mediante proyectos coordinados de investigación, publicaciones técnicas, grupos de trabajo técnicos y conferencias internacionales.

Rusia ya tiene en funcionamiento dos reactores rápidos refrigerados por sodio, y tiene previsto desplegar un reactor rápido comercial de 1200 MW(e) de la siguiente generación después de 2035 como parte de un sistema autosuficiente, junto con reactores de agua ligera. Con ayuda del reactor rápido, el combustible gastado de los reactores term nucleares se reprocesará y reutilizará y, con ello, la huella final de los desechos será hasta diez veces menor que la del combustible nuclear habitual.

La India pondrá en servicio un prototipo de reactor reproductor rápido refrigerado por sodio de 500 MW(e), el primero de una serie de reactores rápidos industriales que el país tiene previsto desplegar. China, que explota un reactor rápido experimental

de 20 MW(e), está construyendo un gran reactor rápido de demostración y tiene previsto desplegar más adelante reactores rápidos comerciales.

En América del Norte, se está trabajando en varios diseños de reactores rápidos que utilizan diferentes refrigerantes, como sal fundida. Los Estados Unidos tienen previsto construir un reactor rápido de ensayo para facilitar el ulterior desarrollo de la tecnología, así como un microrreactor rápido de demostración de 1,5 MW(e), que también servirá de demostración de un nuevo tipo de combustible reprocesado apto para el uso en futuros reactores innovadores.

Desde el decenio de 1950, se ha demostrado con creces la viabilidad tecnológica de los reactores rápidos. Francia explotó comercialmente el reactor Superphénix de 1200 MW(e) por 12 años hasta 1998, y sigue llevando a cabo investigación y desarrollo en la tecnología, al igual que Corea del Sur y el Japón, que prevé volver a poner en marcha un reactor rápido experimental.

No obstante, el mayor despliegue de reactores rápidos a nivel industrial dependerá en gran medida de la mejora de los aspectos económicos.

“En un mundo con recursos limitados donde se espera que el precio del uranio supere con mucho al actual y donde se hará más hincapié en la minimización de desechos, los reactores rápidos innovadores y compactos podrían volverse más competitivos económicamente que los reactores term nucleares tradicionales”, expresa Stefano Monti, Jefe de la Sección de Desarrollo de la Tecnología Nucleoelectrica del OIEA. “Dado que varios países están desarrollando activamente reactores rápidos, esperamos que en los próximos decenios contribuyan de manera importante a los sistemas de energía limpia”.