

Cuando los desechos nucleares son un recurso valioso en lugar de una carga

Lucy Ashton

¿Y si los desechos nucleares de actividad alta que generan las centrales nucleares pudieran impulsar una economía circular en el sector energético? Esto podría ser posible gracias a los reactores de neutrones rápidos que operan en un ciclo cerrado del combustible.

Los reactores de neutrones rápidos, en los que no hay un moderador, como el agua, que reduzca la velocidad de los neutrones para sostener la reacción de fisión en cadena, presentan ventajas con respecto a los reactores nucleares térmicos existentes. Cuando operan en un ciclo del combustible totalmente cerrado, en el que el combustible nuclear se recicla y se reutiliza, los reactores rápidos pueden llegar a extraer entre 60 y 70 veces más energía de la misma cantidad de uranio natural que los reactores térmicos, lo que reduce considerablemente la cantidad de desechos radiactivos de actividad alta.

“Cuando se utilizan reactores rápidos en un ciclo cerrado del combustible, un kilogramo de desechos nucleares puede reciclarse varias veces hasta que todo el uranio se haya utilizado y se hayan quemado los actínidos —que siguen siendo radiactivos durante miles de años—. Lo que queda entonces son unos 30 gramos de desechos que serán radiactivos de 200 a 300 años más”, explica Mikhail Chudakov, Director General Adjunto del OIEA y Jefe del Departamento de Energía Nuclear.

Los reactores rápidos se encuentran entre las primeras tecnologías utilizadas en los albores de la energía nucleoelectrónica, cuando se consideraba que los recursos de uranio eran escasos. Sin embargo, a medida que los problemas técnicos y materiales obstaculizaban el desarrollo y se descubrieron nuevos yacimientos de uranio, los reactores de agua ligera se convirtieron en la norma de la industria. En la actualidad, se están llevando a cabo en varios países iniciativas de fomento de la tecnología de los reactores rápidos, por ejemplo, en forma de reactores modulares pequeños (SMR) y microrreactores (MR).

A día de hoy, 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 la Federación de Rusia, el Reactor Reprodutor Rápido de Ensayo en la India y el Reactor Experimental Rápido de China. La Unión Europea, el Japón, los Estados Unidos de América, el Reino Unido y otros países tienen en marcha proyectos de reactores rápidos adaptados a diversos objetivos y funciones, incluidos SMR y MR.

Para algunos países, operar reactores rápidos en un ciclo totalmente cerrado del combustible es la forma de garantizar la sostenibilidad de la energía nuclear a largo plazo.

El complejo energético experimental de demostración de Rusia, que se está construyendo en Seversk, está formado por un reactor rápido BREST-OD-300 refrigerado por plomo, una planta de fabricación y refabricación de combustible y una planta de reprocesamiento de combustible gastado de mezcla de nitruros de uranio y plutonio. También se construirá un repositorio geológico profundo. La importancia de este proyecto experimental no reside solo en demostrar la fabricación de combustible nuevo, su irradiación y posterior reciclado, sino en el hecho de que todo ello tenga lugar en un único emplazamiento.

“Tener todo el proceso del ciclo cerrado del combustible en un único emplazamiento es bueno para la seguridad nuclear tecnológica y física y las salvaguardias” —apunta Amparo González Espartero, Jefa Técnica del OIEA en materia del ciclo del combustible nuclear—. También debería ser más ventajoso en términos económicos, ya que no es necesario trasladar los desechos y materiales nucleares de un sitio a otro —como se hace actualmente en algunos países—, lo que reduce al mínimo los problemas de transporte y logística”.

Para tener un ciclo cerrado del combustible, sea cual sea su escala, se necesitan reactores rápidos y una infraestructura de reprocesamiento y reciclado. Debido a aspectos económicos y de salvaguardias, entre otras razones, es difícil que todos los países puedan tener plantas de reprocesamiento. A fin de reducir los costos, las instalaciones de reprocesamiento prestan servicios a otros países o los países comparten instalaciones.

Rusia también tiene previsto desplegar después de 2035 un reactor rápido de 1200 MW(e) de la próxima generación como parte de un sistema autosuficiente, junto con reactores de agua ligera. Con ayuda del reactor rápido, se reprocesará y reutilizará el combustible gastado de los reactores térmicos y, con ello, la huella final de los desechos será hasta diez veces menor que la del ciclo del combustible nuclear habitual.

Otros países tienen proyectos en curso. China está construyendo dos reactores rápidos refrigerados por sodio (CFR-600) en el condado de Xiapu, en la provincia de Fujian. La primera unidad está en fase de puesta en servicio y, según las previsiones, se conectará a la red en 2024. En los Estados Unidos de América se está llevando a cabo un proyecto de reactor rápido que cuenta con el respaldo del cofundador de Microsoft, Bill Gates. Aunque este reactor no funcionará en un ciclo cerrado del combustible, el país está trabajando para tener ciclos cerrados del combustible nuclear y utilizar sus



La central nuclear de Beloyarsk, en la Federación de Rusia, acoge dos reactores rápidos.

(Fotografía: Rosenergoatom)

desechos nucleares existentes a fin de desarrollar su propio suministro de combustible. En Europa, el proyecto MYRRHA de Bélgica se centra en construir para 2036 un sistema activado por un acelerador refrigerado por plomo-bismuto en el que pondrá a prueba su capacidad para desintegrar los actínidos menores como parte de un futuro ciclo totalmente cerrado del combustible.

“Cada vez más, los países buscan formas de reciclar los recursos como el combustible nuclear gastado para poder alimentar su economía de forma limpia —dice Vladímir Kriventsev, Jefe del Grupo de Desarrollo de Tecnología de Reactores Rápidos del OIEA—. Esto se está dando en un momento en que las innovaciones tecnológicas en la ciencia de los materiales, y la física y la ingeniería de reactores han posibilitado diseños

mejores con unas características de seguridad mejoradas y una reducción de los costos de construcción y funcionamiento que mejoran los aspectos económicos de las centrales nucleares basadas en reactores rápidos”.

El OIEA desempeña un papel central en la prestación de apoyo al desarrollo y despliegue de los reactores rápidos por medio del intercambio de información y experiencias en el marco de proyectos coordinados de investigación, publicaciones técnicas, grupos de trabajo técnicos y conferencias. El Proyecto Internacional sobre Ciclos del Combustible y Reactores Nucleares Innovadores del OIEA también contribuye al avance de los reactores rápidos y los ciclos del combustible nuclear conexos prestando apoyo a los países en la planificación y la colaboración.