

Aplicaciones de la energía nuclear: Desalación de agua de mar

Mediante estudios apoyados por el OIEA, se han definido opciones para demostrar el uso práctico de los sistemas nucleares de desalación

por Toshio
Konishi

Los recursos hídricos de diversas regiones del mundo no son suficientes para satisfacer las necesidades de sus habitantes. En muchos casos, la contaminación y la creciente salinidad constituyen una amenaza para las fuentes naturales de abastecimiento de agua dulce. Al mismo tiempo, la demanda de agua salubre y potable aumenta, sobre todo en zonas de rápido crecimiento de la población.

Parte de la solución a esos apremiantes problemas relacionados con el agua puede encontrarse en los abundantes recursos del mar. La desalación es una de las opciones más prometedoras para el abastecimiento de agua potable, y las centrales nucleares pueden desempeñar un importante papel en tal sentido. La capacidad de desalación colectiva del mundo ha aumentado de manera ininterrumpida en los últimos decenios, tendencia que se espera continúe en el siglo siguiente, y cada vez son más los países interesados en utilizar la energía nuclear para desalar el agua de mar.

Las razones por las que se emplea la energía nucleoelectrónica para la generación de electricidad son también válidas para la desalación de agua de mar. Entre estas razones figuran, por ejemplo, la competitividad económica en zonas que carecen de recursos de energía hidroeléctrica o de combustibles fósiles de bajo costo; la diversificación del suministro energético; la conservación de los recursos de combustibles fósiles; el fomento del desarrollo tecnológico; y la protección ambiental, evitando las emisiones de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero.

Ya en los decenios de 1960 y 1970, el OIEA había estudiado la viabilidad de utilizar la energía nuclear en la desalación de agua de mar. Sin embargo, en aquellos momentos el interés se centró fundamentalmente en el uso de ésta para la generación de electricidad, la calefacción urbana y el calor para procesos industriales. No obstante,

desde 1989, los Estados Miembros del OIEA han mostrado un renovado interés en la desalación nuclear y aprobado algunas resoluciones sobre este tema. Con este apoyo, un creciente número de Estados Miembros del OIEA y organizaciones internacionales han participado en reuniones y ofrecido los conocimientos especializados y la ayuda pertinentes. La asistencia y el apoyo, en que participan más de 20 Estados Miembros, ha incluido la provisión de servicios de expertos y fondos. Además, el Organismo ha realizado estudios para evaluar las posibilidades técnicas y económicas de los reactores nucleares para desalar el agua de mar.

Uno de los estudios, *The Potential for Nuclear Desalination as a Source of Low Cost Potable Water in North Africa*, se terminó en 1996 y fue publicado como documento técnico (IAEA-TECDOC-917). En este estudio se analizó la demanda de electricidad y agua potable, y la disponibilidad de recursos energéticos e hídricos en cinco países, a saber, Argelia, Egipto, la Jamahiriya Arabe Libia, Marruecos y Túnez. El estudio abarcó la selección de emplazamientos representativos, el análisis de diversas combinaciones de fuentes energéticas y procedimientos de desalación apropiados para cada emplazamiento, los factores económicos, los aspectos financieros, la participación nacional, las necesidades de infraestructura y las cuestiones institucionales y ecológicas. En otros estudios genéricos descritos en otra publicación del OIEA (TECDOC-666) se examinaron los costos de diferentes tipos de aplicaciones. Estas evaluaciones han demostrado que la desalación nuclear de agua de mar puede ser técnica y económicamente viable.

* El Sr. Konishi es funcionario de la Sección de Desarrollo de la Energía Nucleoelectrónica, perteneciente a la División de Energía Nucleoelectrónica y del Ciclo del Combustible Nuclear del OIEA.

* En este contexto se entiende por desalación nuclear la producción de agua potable a partir de agua de mar en un complejo integrado en que tanto el reactor nuclear como el sistema de desalación se encuentran en un emplazamiento común, las instalaciones y servicios pertinentes se comparten, y el reactor nuclear produce la energía que se utiliza para el proceso de desalación.



La extracción de la sal del agua de mar requiere energía.

Evaluación de la experiencia mundial

En las últimas actividades del OIEA la atención se ha concentrado en ayudar a los países a que evalúen la viabilidad económica de emplear las centrales nucleares para la desalación. Se han elaborado métodos que permiten realizar evaluaciones económicas adaptadas a las características específicas del emplazamiento. Los países tienen a su disposición un programa de computadora para utilizarlo en esos análisis, y algunos expertos ya se han capacitado en el uso de dicho programa. Ahora está prevista la elaboración de un programa de computadora más detallado para imputar los costos de plantas de doble finalidad y determinar la forma de combinación óptima.

En 1995, el OIEA reunió a un grupo consultivo de expertos a fin de examinar la experiencia mundial en la combinación de las centrales nucleares con los sistemas de aplicación del calor, como las redes de calefacción urbana y los procesos de desalación. Actualmente, doce países han acumulado unos 500 años-reactor de experiencia operacional en lo que respecta a la cogeneración nuclear y los reactores productores de calor solamente.

La energía nuclear se ha utilizado en la desalación de agua de mar en lugares del Japón y Kazajstán. Si bien en el Japón la mayor parte de las plantas de desalación se dedican fundamentalmente al abastecimiento de agua in situ, en Kazajstán el complejo de desalación de Aktau abastece de agua a un centro de población aledaño.

Aunque la mayoría de los países industrializados prefieren las grandes centrales nucleares para las aplicaciones nacionales, en varios Estados Miembros crece el interés por los reactores más

pequeños (SMR). Estas centrales se acoplarían mejor a las redes eléctricas más pequeñas y débiles, y satisfarían más el ritmo de crecimiento previsto en la demanda de energía. Para las redes de la mayoría de los países que enfrentan escasez de agua potable, los SMR podrían ser una opción apropiada para la generación de electricidad y la desalación de agua de mar. En un estudio de los SMR, publicado por el OIEA en un documento técnico (TECDOC-881), se llegó a la conclusión de que se han diseñado muchos tipos diferentes de SMR de centrales. Los vendedores han ofrecido estos reactores como posibles opciones para el acoplamiento con los procesos de desalación.

Definición de opciones

De conformidad con las resoluciones de la Conferencia General del OIEA, el Organismo ha prestado atención especial también a las actividades relacionadas con la definición de opciones para la desalación nuclear y la demostración de la tecnología. El objetivo de un programa de demostración sería crear confianza, mediante el diseño, la construcción, la explotación y el mantenimiento de instalaciones apropiadas, en que es posible realizar con éxito, tanto en el aspecto técnico como en el económico, la desalación nuclear, satisfaciendo, al mismo tiempo, los criterios de seguridad y fiabilidad establecidos al respecto. A tales efectos, se inició el "Programa de definición de opciones" (PDO), por un plazo de dos años, con la participación de representantes de los Estados Miembros interesados.

La finalidad del PDO es seleccionar, de una amplia gama de posibles opciones en cuanto a tecnologías de desalación y tipos de reactores, las que sean más prácticas para la demostración*. Las opciones de demostración se basan en tecnologías de reactores y desalación existentes, que no requieran ulterior desarrollo en el momento de la demostración.

Al definir las opciones prácticas de demostración, se pasó revista al catálogo de reactores disponibles y se determinaron varios que se consideraron los más apropiados. Se aplicó un conjunto de criterios de selección basados en su diseño y su situación en materia de concesión de licencia. En función de estos criterios se determinaron las tecnologías de reactor ya asequibles o que pudieran estar disponibles en un plazo aproximado de diez años, a contar desde ahora. Después se consideraron otros criterios de selección que resultaron en la exclusión de algunas opciones. Entre ellas figuraban diversos diseños de reactores que no están comercialmente disponibles; refrigerados por metal líquido y reactores de alta temperatura refrigerados por gas, que es poco probable que se distribuyan comercialmente a corto plazo; grandes reactores, que no es probable que se adapten a las redes eléctricas de la mayoría de los países con escasez de agua; reactores pequeños que actualmente parecen ser menos competitivos desde el punto de vista económico (sin embargo, quizás sean prácticos en lugares con poca demanda de agua y donde también resulten costosos otros sistemas de producción de agua potable); y los reactores de agua en ebullición, que probablemente requieran la instalación de sistemas adicionales a fin de evitar liberaciones radiactivas en los sistemas receptores de calor.

Además, se estudiaron las tecnologías de desalación adecuadas para su combinación con un reactor nuclear. Los procedimientos de ósmosis inversa (OI) y destilación de efecto múltiple (MED) de desalación de agua de mar parecen ser los más prometedores, a causa de su consumo de energía y gastos de inversión relativamente bajos, así como de su alta fiabilidad. En un principio, se consideró la posibilidad de aplicar el procedimiento de evaporación instantánea en etapas múltiples (MSF). Sin embargo, el procedimiento MED consume menos energía y parece ser menos sensible a la corrosión y formación de incrustaciones que el MSF. Además, su operabilidad de carga parcial es más flexible. Así pues, el MSF se descartó, pues no presenta ninguna ventaja intrínseca sobre el MED.

* Para que una opción sea "práctica", se consideró que se deberán cumplir las siguientes condiciones: que no haya obstáculos técnicos a su aplicación y se disponga de un emplazamiento adecuado; que sea técnicamente viable para aplicarla en un plazo previsto; y que los gastos de inversión puedan estimarse en un intervalo aceptable. Las tecnologías nuclear y de desalación tienen perspectivas halagüeñas para aplicaciones comerciales futuras.

A los fines de la demostración, no es necesario aplicar los procesos de desalación al nivel de producción comercial en gran escala. Dos o tres conjuntos o unidades pueden proporcionar las características de diseño y comportamiento operacional que sean completamente representativas de las instalaciones de producción en mayor escala, toda vez que las centrales más grandes son sencillamente conjuntos o unidades múltiples que funcionan en paralelo.

Cuando se combina un reactor nuclear y un procedimiento de desalación para crear un complejo integrado, se toma en cuenta la compatibilidad en el proceso de selección. Además, se consideraron las necesidades de programación, infraestructura e inversión, dada su importancia para determinar las opciones prácticas de demostración.

Como resultado de este proceso de selección, se definieron tres opciones que se recomiendan como fórmulas prácticas aceptables para la demostración de la desalación nuclear. Estas opciones usan reactores refrigerados por agua y tecnologías de desalación ya bien probados.

Opción 1: Desalación OI combinada con un reactor nucleoelectrónico que esté en construcción, o bien en fase de diseño avanzada y su construcción se prevea en breve plazo. Se daría preferencia a un reactor de tamaño mediano. Dos o tres conjuntos OI, de hasta 10 000 metros cúbicos diarios cada uno, permitirían una demostración adecuada. Un reactor recién construido ofrecería las mayores posibilidades de integrar plenamente el sistema OI y el del reactor, incluidos el precalentamiento del agua de alimentación y la optimización del diseño del sistema. Esta demostración podría extrapolarse fácilmente a instalaciones mayores de producción con fines comerciales.

Opción 2: Desalación OI, como la anterior, combinada con un reactor ya en funcionamiento. Quizás sea necesario hacer algunas ligeras modificaciones en la periferia del sistema nuclear ya establecido. Entre sus ventajas se encuentran un período de aplicación corto, una amplia gama de tamaños de reactores y la disponibilidad de infraestructuras nucleares. Se preferiría un reactor de tamaño mediano, pues posee un sistema similar al que muy probablemente se utilizaría en las instalaciones de producción con fines comerciales.

Opción 3: Desalación MED combinada con un reactor pequeño. A los efectos de la demostración de la desalación nuclear, esta opción sería adecuada para una capacidad de hasta 80 000 metros cúbicos diarios.

Se ha llegado a la conclusión de que estas opciones de demostración podrían aplicarse, de haber interés por parte de los inversores. Habría que hacer una inversión del orden de los 25 a 50 millones de dólares de los Estados Unidos para las opciones OI y de los 200 a 300 millones de dólares de los Estados Unidos para la opción MED, incluido en ésta el costo del reactor.

En el proceso de definición y caracterización de opciones de demostración en el marco del PDO hubo que examinar numerosas cuestiones que deben

LA COOPERACION TECNICA POR DENTRO

Organismo Internacional de Energía Atómica



Junio de 1997, Vol. 3, N° 2

INDICE

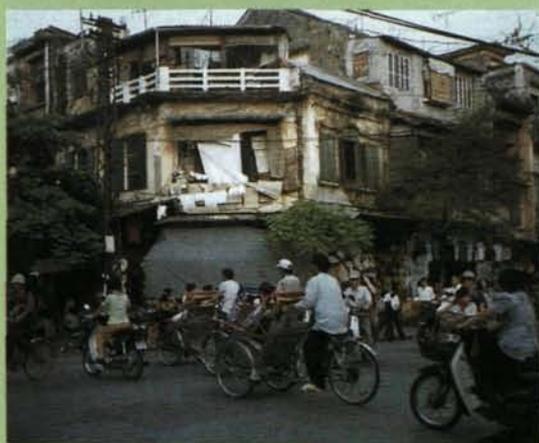
Nuevos instrumentos	1
Tecnología para	1
Reactores seguros	2
Iniciativas regionales	3
Mejoramiento del	3
Aporte de la energía	5
Muy breves	7
Protección contra	8

Nuevos instrumentos y opciones

Un suministro adecuado de energía a precios razonables es decisivo para lograr el crecimiento económico sostenido; no obstante, muchos países en desarrollo no tienen los recursos naturales, financieros ni técnicos para garantizar suministros fiables. Además, las preocupaciones por los efectos de la generación de energía sobre la salud humana y el medio ambiente significan que los países deben poder evaluar e intercomparar todas las opciones al planificar sus sistemas energéticos.



Cortésia: L. Langlois/OIEA



Funcionarios superiores participan en el programa de planificación energética (ENPEP). La demanda de energía eléctrica aumenta rápidamente en Vietnam. El 40% de la población vietnamita es menor de 15 años. Cortésia: L. Langlois/OIEA

Nueve organizaciones internacionales, incluido el OIEA, establecieron un proyecto denominado DECADES para elaborar instrumentos informatizados (bases de datos y metodologías) que puedan ayudar a los responsables de la planificación de la energía a nivel nacional a enfrentar estos retos. En su primera fase (1993-1996), el DECADES produjo tres bases de datos y un modelo analítico llamado DECPAC, basado en modelos como el ENPEP (programa

de evaluación de la energía y la electricidad) desarrollado conjuntamente por el OIEA y el Argonne National Laboratory (EE.UU.). Con el uso del paquete de información para computadoras personales y el modelo analítico, los planificadores nacionales pueden comparar los sistemas energéticos sobre la base de la producción energética, así como las emisiones de gases causantes del efecto de invernadero y otros contaminantes, e incorporar otros elementos al análisis.

Una de las bases de datos DECADES sobre "referencia tecnológica" abarca todos los sistemas de generación de energía primaria disponibles a nivel

(continúa en la página 6)

Tecnología para mantener seguras las fuentes gastadas

La analogía de levantar una pared de ladrillos suele emplearse para ilustrar lo que significa una infraestructura de seguridad nuclear. Al poner los cimientos de la seguridad en países que sólo tienen programas nucleares limitados, algunos ladrillos representan las leyes necesarias (sobre gestión de

desechos y protección radiológica), mientras que otros son el órgano regulador independiente con facultades para asegurar el cumplimiento de las leyes. Y hay otros que representan las capacidades técnicas y el personal capacitado para abordar todas las tareas relacionadas con la seguridad.

Las actividades del OIEA han contribuido a poner los ladrillos en muchos países, pero todavía es necesario fortalecer algunas paredes nacionales. Con el objetivo de contribuir a consolidar la protección radiológica

(continúa en la página 4)