

# PERSPECTIVAS DE LOS REACTORES REFRIGERADOS POR GAS

Se calcula que dentro de unos diez años, las centrales nucleares estarán produciendo treinta veces más electricidad que hoy en día, y que la demanda seguirá acusando una tendencia ascendente. Los proyectistas de los reactores refrigerados por gas, derivados de aquellos primeros que abrieron el camino de la energía nucleoelectrónica, confían estar en condiciones de contribuir a satisfacer las futuras necesidades.

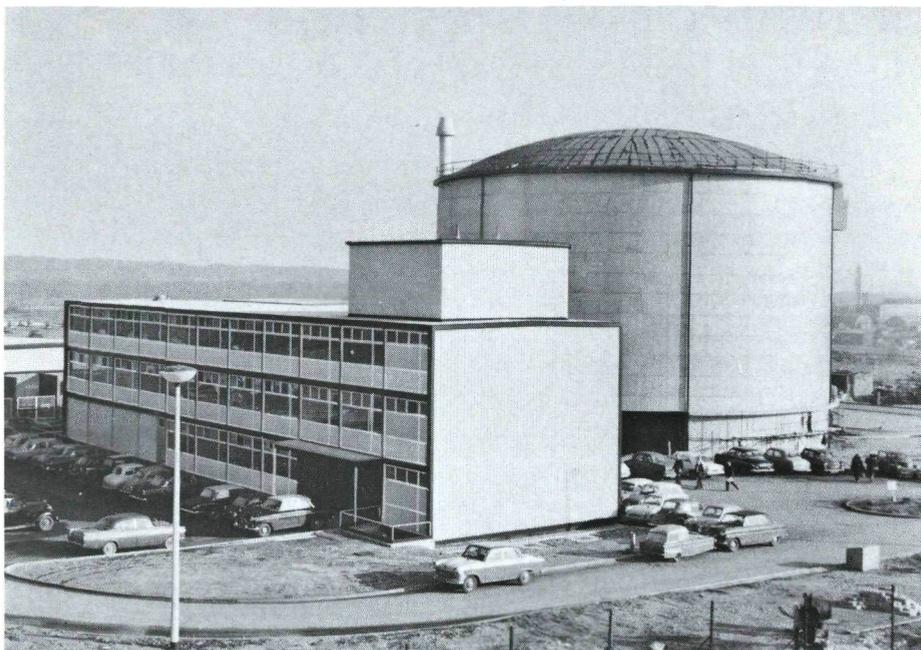
Los reactores perfeccionados y de elevada temperatura refrigerados por gas, constituyen el resultado de la evolución de los reactores originarios en los que se empleaban elementos de uranio natural rodeados por grafito y anhídrido carbónico como refrigerante y que permitieron obtener por vez primera electricidad de origen nuclear en gran escala.

Los partidarios de las nuevas versiones de los sistemas refrigerados por gas tuvieron ocasión de exponer las razones en que basan su confianza en un simposio del Organismo dedicado a este tema, que tuvo lugar a finales de octubre en Jülich (República Federal de Alemania). Participaron en la reunión unos 400 especialistas - aproximadamente el doble del número esperado en un principio - procedentes de 24 países y de siete organizaciones internacionales.

Los debates se centraron principalmente en la experiencia adquirida gracias al reactor alemán AVR (Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor), de 15 MW(e) de potencia, que entró en funcionamiento en 1966, en el proyecto europeo - desarrollado en régimen de cooperación - del reactor DRAGON de 20 MW de potencia térmica máxima que se encuentra en servicio desde 1964, y en la central norteamericana de Peach Bottom (Filadelfia), de 40 MW(e) que funciona desde 1966. También se trató del reactor británico de tipo perfeccionado refrigerado por gas, que se está incorporando actualmente en nuevos proyectos de generación de potencia en gran escala.

## REDUCCION DE LOS COSTOS

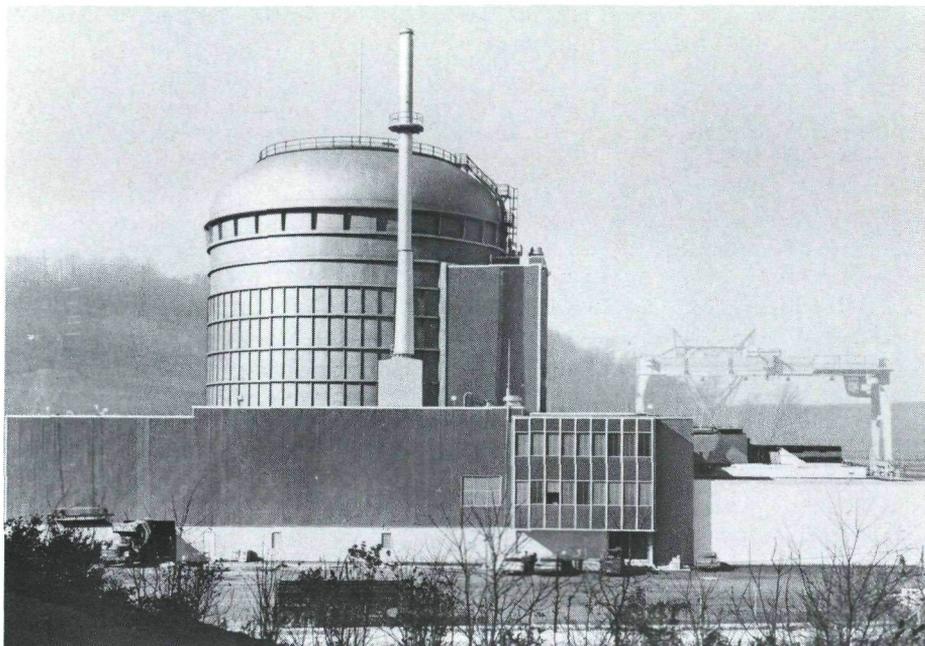
Se han dado a conocer una serie de nuevas características que han de contribuir a los aspectos de seguridad, rendimiento y economía de este tipo de reactores, y se ha afirmado que el empleo de turbinas de gas para generar electricidad podría reducir los gastos de instalación hasta en un 15%. Se está estudiando para este fin el empleo del helio y del anhídrido carbónico.



Vista de los edificios del reactor DRAGON en Winfrith Heath (Reino Unido). Fruto de la colaboración internacional, en la que participan Austria, Dinamarca, Noruega, el Reino Unido, Suecia, Suiza y la EURATOM, su funcionamiento desde 1964 ha proporcionado valiosa información para proyectos futuros. (Foto: UKAEA)

Uno de los progresos notables realizados consiste en el método, ideado dentro del marco del proyecto DRAGON y adoptado actualmente en otros numerosos reactores, de revestir las partículas de combustible nuclear con carbono o carburo de silicio, o con ambos a la vez. Con este tipo de revestimiento se impide el escape de los productos de fisión formados durante el funcionamiento del reactor. Este confinamiento ha sido objeto de comprobación experimental en los ensayos realizados con el reactor DRAGON, en el que se han alcanzado los  $2000^{\circ}\text{C}$ , esto es, valores muy superiores a la temperatura máxima de funcionamiento de  $1250^{\circ}\text{C}$  esperada.

El Dr. Joachim Pretsch, Jefe de la División de Investigaciones Nucleares y Técnicas de Cómputo, del Ministerio de Investigaciones Científicas de la República Federal de Alemania, predijo al comienzo del simposio que los reactores perfeccionados y de elevada temperatura refrigerados por gas llegarán a desempeñar un importante papel en la producción de energía eléctrica. Los modelos nuevos y perfeccionados de reactores, el empleo de las turbinas de gas y el perfeccionamiento de los componentes, el equipo, los elementos combustibles y los materiales se traducen en adelantos notables y sorprendentes. Los problemas planteados por el ciclo del combustible habrán de recibir sin duda una mayor atención.



Vista general de la central nuclear de Peach Bottom (Estados Unidos de América), de 40 MW, con reactor de elevada temperatura refrigerado con gas. Empezó a funcionar en 1966. (Foto: General Dynamics, USA)

---

Tras celebrar el vivo interés despertado por el tema, el Dr. Bernard Spinrad, Director de la División de Energía Nucleoeléctrica y Reactores del OIEA, llamó la atención de los participantes sobre dos puntos importantes. El primero es que, debido a que la transmisión del calor es menos satisfactoria que en los reactores refrigerados por líquidos, el combustible de los reactores refrigerados por gases ha de trabajar a temperaturas más elevadas para conseguir el mismo rendimiento; el segundo radica en que, en los reactores refrigerados por gases, no es fácil disponer de una reserva de refrigerante para extraer grandes cantidades de calor por convección natural en caso de urgencia. No obstante, estos inconvenientes quedan compensados por una mayor compatibilidad entre los refrigerantes gaseosos y los materiales de los reactores y por una baja absorción neutrónica. A juzgar por la excelente posición de competencia que han alcanzado, los reactores refrigerados por gas están defendiendo con éxito su situación en el mercado.

#### ESPECIAL CONSIDERACION DE LOS ASPECTOS DE SEGURIDAD

En el curso de los debates, se dedicó especial atención a los aspectos de seguridad, y se señaló que se debe seguir trabajando por conseguir un

alto rendimiento en todo el equipo clásico sin perder de vista por un instante los aspectos de la seguridad nuclear.

La experiencia adquirida en Peach Bottom indica que el rendimiento del combustible es bueno, y se piensa basar en este sistema una central de gran capacidad.

En el reactor AVR, las partículas revestidas se incorporan en elementos combustibles esféricos de 6 cm de diámetro que se hacen circular a través del reactor. Se espera que a comienzos del próximo año se inicie en la República Federal de Alemania la construcción de una nueva central de 300 MW, basada en el reactor AVR. Se está construyendo otra central más pequeña dotada de un reactor de elevada temperatura refrigerado por gas, con miras a demostrar las posibilidades de empleo de una turbina de helio.

Entre los restantes temas estudiados, figuran la experiencia de explotación y de construcción, los modelos nuevos y perfeccionados, los aspectos económicos y las posibilidades futuras.

En la sesión final del simposio se reunió un grupo de expertos bajo la presidencia del Dr. Spinrad, para evaluar y comentar la información dada a conocer en el curso de la semana que han durado los debates. Participaron el Profesor K. Wirtz (República Federal de Alemania), el Sr. C.A. Rennie (de la AEEN y ex-Director del proyecto DRAGON), el Sr. B.E. Eltham (Reino Unido) y el Sr. Donald B. Trauger (Estados Unidos de América).

En opinión del Sr. Eltham, el reactor británico de tipo perfeccionado refrigerado por gas constituye un paso histórico esencial en el camino hacia los reactores de mayores potencias y temperaturas más elevadas. Cree asimismo que se trata del reactor que ofrece el mayor grado de seguridad entre los que se pueden adquirir actualmente a precios de competencia, y que ha abierto el camino para el emplazamiento de centrales en núcleos urbanos. De hecho, el último pedido formulado en el Reino Unido se refiere a una central que estará situada cerca de una gran ciudad. Los reactores refrigerados por gas experimentan un desarrollo continuo y existen diseños para reactores de dimensiones pequeñas, intermedias y grandes. En el Reino Unido se hallan actualmente en construcción ocho reactores de tipo perfeccionado refrigerados por gas, cada uno de una potencia de 625 MW.

Según el Sr. Rennie, es un hecho que existen hoy día modelos comerciales de reactores para elevadas temperaturas y que en un futuro próximo se podrán presentar las correspondientes ofertas. La tecnología del helio parece que va siendo objeto de aceptación y no existe problema alguno que no pueda resolverse mediante los oportunos trabajos de perfeccionamiento. El empleo de vasijas de presión de hormigón presentado permite pensar en emplazar las centrales en las proximidades de los centros urbanos, y las menores necesidades de agua de refrigeración constituyen una ventaja más. Su impresión general en cuanto al combustible es que las partículas

revestidas han alcanzado un grado satisfactorio de desarrollo, y las pruebas recientemente realizadas señalan que aún se puede disponer de un cierto margen cuando se trabaja a unas temperaturas máximas del orden de los 1250°C. La prosecución de los trabajos relativos a los reactores de alta temperatura habrá de centrarse en el ensayo de los combustibles, lo cual exige la correspondiente financiación. En el plano internacional, se está desarrollando el proyecto DRAGON, y se están realizando también importantes trabajos en la República Federal de Alemania y en los Estados Unidos. A su juicio, el reactor de elevada temperatura puede considerarse listo para su explotación comercial, y pueden formularse ya pedidos, en la seguridad de que los ensayos y trabajos de adecuación del combustible quedarán terminados oportunamente.

El Profesor Wirtz dio a conocer los resultados de las evaluaciones efectuadas en Karlsruhe con distintos tipos de reactores, considerados desde diferentes puntos de vista: costo por kilovatio-hora, grado de utilización del combustible, perspectivas a largo plazo y viabilidad tecnológica. Estos resultados indican que hay un buen lugar reservado para un reactor de alta temperatura en el que se emplee torio, y que podrá incluso competir con los reactores reproductores de neutrones rápidos.

El Sr. Trauger mencionó los trabajos en curso de ejecución en el Oak Ridge National Laboratory y señaló que la seguridad es una cuestión primordial; se están estudiando activamente métodos para extraer calor en caso de urgencia. En su opinión, se puede sacar un buen partido del elevado rendimiento térmico del reactor de alta temperatura refrigerado por gas, así como de su flexibilidad en cuanto a combustible y condiciones de carga.

El Dr. Spinrad señaló por último que el combustible nuclear constituido por partículas revestidas proporciona un medio de alcanzar las elevadas temperaturas necesarias para compensar la inferior capacidad de transmisión del calor que poseen los gases, y que todos confiaban en que continuarían los progresos hasta ahora realizados.