



Calor nuclear para fines industriales y calefacción urbana

Mucho antes de la actual crisis energética se habían hecho ya estudios sobre las diversas posibilidades de aplicar el calor generado por los reactores nucleares a la calefacción urbana o a la producción de vapor con fines industriales. Aunque estos estudios habían demostrado ya la viabilidad técnica y el fundamento económico de semejantes aplicaciones, el hecho de disponerse de petróleo relativamente barato y las dificultades de emplazar una fuente de calor nuclear en zonas industriales no eran un gran estímulo para los adelantos en este terreno. Pero, desde que han aumentado los precios del petróleo, se ha reavivado el interés por las aplicaciones del calor de origen nuclear, y se ha comprobado que existen nuevas posibilidades en este campo. Hoy día parece admitirse generalmente que el calor de origen nuclear debe desempeñar un papel importante en el suministro de energía primaria, no sólo para la producción de electricidad sino también en forma de calor directo.

Actualmente se consideran tres grandes campos de aplicación para el calor nuclear (véase la Fig.):

- La utilización directa del calor en los procesos industriales que requieran una temperatura superior a los 800°C,
- La utilización del vapor en diversas industrias que requieran una temperatura principalmente del orden de los 200 a los 300°C;
- La utilización del calor residual y de baja temperatura, procedente de las centrales nucleares, para desalación del agua de mar y para calefacción urbana o de grandes zonas.

Esta clasificación se ha hecho principalmente en función del tipo y características de la fuente térmica o reactor nuclear que pudiera utilizarse para cada aplicación particular. Los reactores de alta temperatura (HTR) modificados son los más indicados para las aplicaciones directas del calor, mientras que los de agua ligera (LWR) pueden responder a casi todas las necesidades de vapor para usos industriales. El calor residual es una característica de todas las centrales térmicas, y el aprovechamiento del mismo es uno de los grandes problemas pendientes en la esfera de la producción de energía.

En todos los campos en que se considera la aplicación del calor nuclear, las actividades se suelen limitar por ahora a realizar estudios para demostrar las ventajas económicas del empleo clásico del combustible por los menores costos de producción y el ahorro que supone de combustibles fósiles. Los estudios también se orientan hacia el proyecto de fuentes térmicas tales como los reactores de muy alta temperatura (VHTR) para la producción de calor al nivel térmico requerido, y hacia las instalaciones industriales para aplicaciones especiales del calor. Se plantean problemas cuando los procesos clásicos de aprovechamiento del calor deben combinarse con una nueva fuente térmica, diferente por las características de los medios de transmisión y por las condiciones que ha de cumplir la

temperatura de salida. Tanto la fuente térmica como el proceso de transmisión han de armonizarse, adaptando en particular las zonas de contacto para que sea posible la transmisión de calor del reactor. Las cuestiones relativas a la seguridad en el aprovechamiento del calor son también motivo de preocupación. Para facilitar su transmisión, la fuente térmica debe situarse cerca de las instalaciones industriales, que generalmente se hallan en zonas densamente pobladas.

Actualmente, sólo en unos cuantos países existen importantes programas de desarrollo, incluida la construcción de prototipos semiindustriales, pero el número de estos países está creciendo. La utilización del vapor con fines industriales y la calefacción urbana o de grandes zonas serán, probablemente, los primeros pasos para demostrar que el calor nuclear puede competir con el de origen clásico. Las aplicaciones del calor de alta temperatura tardarán, por lo menos, diez años en ser una realidad a escala industrial. En los reactores de alta temperatura refrigerados por helio, este gas se calienta a más de 800°C. El calor producido se puede utilizar para procesos endotérmicos, que de otra manera necesitarían grandes cantidades de combustible fósil.

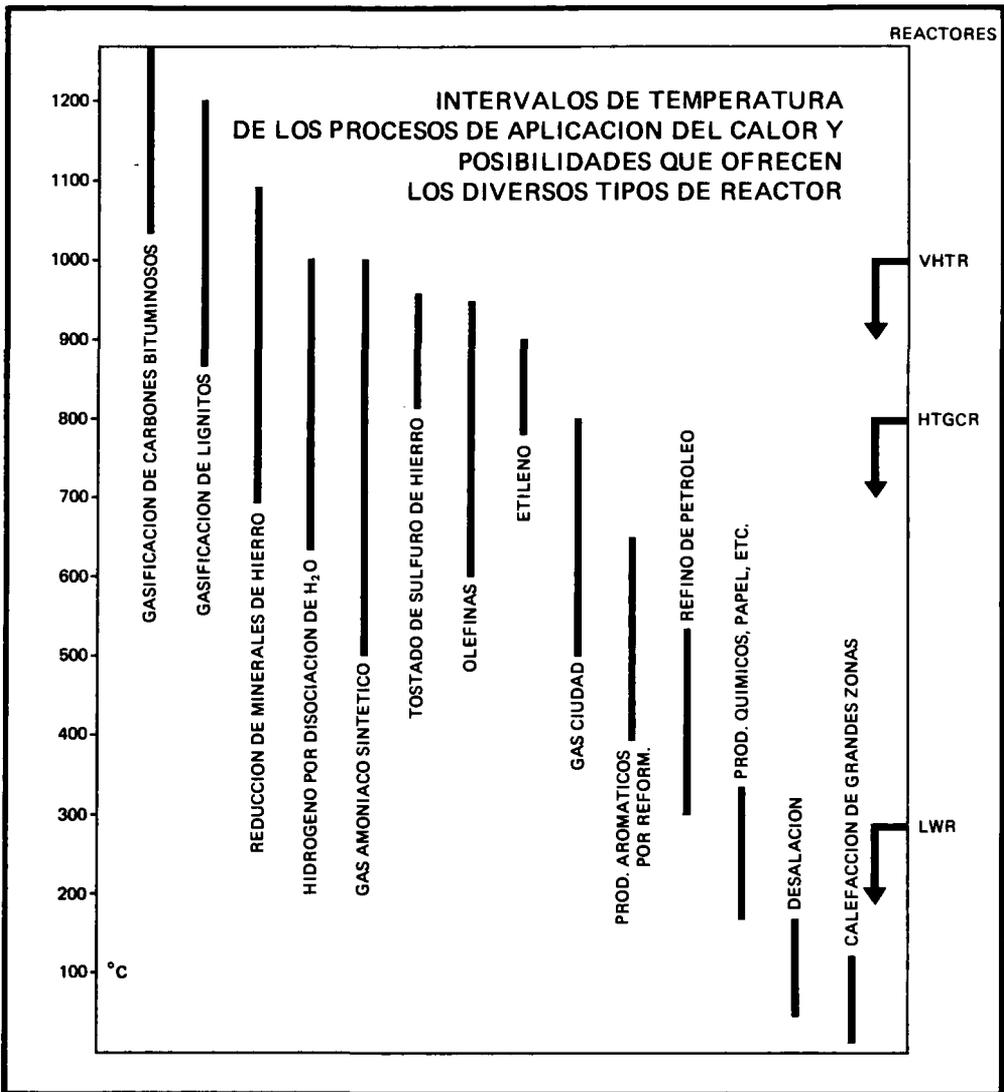
APLICACIONES POSIBLES

Son muchos los procesos en los que se podría aprovechar el calor generado por los reactores nucleares, pero actualmente, el interés se centra sólo en unos pocos. Son procesos que requieren gran cantidad de energía y que dan como resultado productos enriquecidos en energía química. Pueden emplearse en diversas aplicaciones industriales, como fuente térmica o como materiales de alimentación para un proceso químico nuevo. Actualmente se están investigando los siguientes procesos de aplicación del calor nuclear primario:

1. La gasificación o licuefacción de carbones bituminosos o de lignitos, cuyos productos serían gases o líquidos combustibles para su aplicación en metalurgia, industria química, etc.
2. La reformación, por vapor, de hidrocarburos tales como el gas natural o la nafta, para la producción de una mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono en proporciones diversas, según la aplicación que se desee. Son numerosas las aplicaciones potenciales de los productos reformados por vapor, por ejemplo la fabricación de acero por medio de la reducción directa de los minerales de hierro, la síntesis del amoníaco, la síntesis del metanol, la síntesis de combustible líquido, el transporte de energía a larga distancia, etc.
3. La disociación termoquímica de las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno, con la aplicación final de los gases obtenidos a la metalurgia, la industria química, la hidrogasificación del carbón, la producción de amoníaco, o la utilización directa como combustible.

La mayoría de estos procesos exigen una temperatura ligeramente superior a la que los actuales reactores de alta temperatura (HTR) pueden proporcionar. Por eso, los esfuerzos principales de cierto número de países, como los Estados Unidos, la República Federal de Alemania, el Japón y algunos de la OCDE (proyecto Dragon) se orientan hacia la realización de reactores de muy alta temperatura (VHTR) que puedan responder a casi todas las necesidades en materia de calor industrial. Los trabajos de investigación se centran en la elaboración de combustible resistente a la corrosión a altas temperaturas y capaz de retener los productos de fisión. Se está estudiando también la elaboración de materiales resistentes a las altas temperaturas, para su empleo en los intercambiadores de calor y en otras instalaciones de transmisión de calor de un reactor para un proceso industrial.

Se encuentran en la fase de estudio teórico y experimental diversos procesos e instalaciones industriales para aprovechar el calor generado por los VHTR. En la República Federal de Alemania se está llevando a cabo un gran programa de desarrollo, que el Gobierno subvenciona con una cantidad equivalente a 20×10^6 dólares hasta 1975. Los esfuerzos se



centran en los procesos de gasificación de carbón y reformación por vapor. Funciona ya una unidad experimental de gasificación de carbón, con una capacidad de 5 kg c/h y está a punto de terminarse otra unidad semiindustrial de 200 kg/h. Se proyecta construir una planta de demostración para la gasificación de carbón, con calor nuclear, cuyo coste previsto es de 450×10^6 dólares, y que estará terminada en 1983. Se halla también en construcción una planta semiindustrial de hidrogasificación de carbón, de 100 kg c/h; está bastante avanzada la labor de desarrollo de reformadores por vapor calentados por helio; se encuentra en servicio una instalación experimental, de tamaño natural (EVA Einzelrohr-Versuchsanlage), de reformación por vapor-metano, y está en proyecto una unidad completa. El interés inmediato se centra en la producción de una mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono para su aplicación en la reducción directa del mineral de hierro, obtención de gas sintético, hidrogasificación de carbón y transporte a gran distancia de energía química latente.

El Japón es otro de los países con un importante programa de investigación. Se encuentran ya en servicio varios circuitos de helio a alta temperatura, y se ha terminado el proyecto de un VHTR experimental de 50 MW(t). A este reactor se conectará una planta piloto de fabricación de acero por reducción directa. Se ha previsto un presupuesto de 25×10^6 dólares, en los próximos seis años, para financiar un programa que comprende el proyecto, la construcción y la explotación de esta planta piloto.

Los esfuerzos conjuntos de los países participantes en el proyecto Dragon de la OCDE se centran en la investigación de las características y posibilidades del VHTR en cuanto a la aplicación del calor con fines industriales, con un programa importante de desarrollo de combustible para esos reactores.

Está en marcha en Ispra la labor de investigación iniciada por la EURATOM, sobre la disociación térmica del agua para la producción de hidrógeno. En 1973 comenzó un programa de cuatro años, con un volumen aproximado de fondos de 10×10^6 dólares.

VAPOR PARA USOS INDUSTRIALES

Aunque hace ya tiempo que se vienen estudiando las posibilidades de utilización industrial del vapor generado por los reactores nucleares, hasta ahora no se ha realizado ningún proyecto importante de este tipo. Actualmente, sólo unos cuantos reactores de potencia producen vapor para usos industriales, como el de Douglas Point, en Canadá, que abastece de vapor a una planta de producción de agua pesada, o el reactor Halden, en Noruega, que desde hace más de diez años viene suministrando vapor a una fábrica de papel. Hay proyectos en firme para la generación de vapor y electricidad, como el de la central nuclear de Midland, de los Estados Unidos, actualmente en construcción, que producirá 492 MW(e) y vapor, o el proyecto de la BASF, en la República Federal de Alemania, que se encuentra todavía en la fase de estudio, para la producción de 369 MW(e) y 1 650 t vapor/h. Parece que no hay dificultades técnicas para la aplicación del vapor en diversas industrias como la del petróleo, la química, la de la pasta papelera y la de la alimentación.

La posible competitividad del vapor de origen nuclear en comparación con el procedente de generadores calentados por combustibles fósiles, es un estímulo cada vez mayor para la investigación de pequeñas plantas, unifuncionales o bifuncionales, de características simples, capaces de suministrar vapor para las industrias locales y, posiblemente, para la calefacción urbana o de grandes zonas. Estudios realizados en Francia y en Finlandia muestran el fundamento económico y las probables ventajas en comparación con los generadores tradicionales de vapor.

El interés por la utilización del vapor para fines industriales se ha extendido a nuevos sectores de la producción, en los que el vapor de origen nuclear puede ser de gran importancia en el futuro. Así ocurre especialmente con el aprovechamiento del vapor de baja calidad para la desalación de agua del mar. Crece rápidamente la demanda de agua dulce, y las capacidades necesarias de producción por unidad se acercan ya al punto en que sería económicamente interesante la utilización de las instalaciones nucleares ya disponibles.

Parece que el vapor de origen nuclear será la primera aplicación fácilmente realizable del calor generado por los reactores, y la primera capaz de competir con el vapor de origen tradicional, a los precios actuales de los combustibles.

CALEFACCION URBANA O DE GRANDES ZONAS

El empleo del calor de baja temperatura y del calor residual de las centrales nucleares puede ser un paso importante hacia el aprovechamiento más racional de los recursos energéticos.

La temperatura relativamente baja del calor residual de las centrales nucleares hace que sus aplicaciones sean limitadas, siendo la más importante la calefacción de viviendas. La utilización de grandes fuentes térmicas, como los reactores de potencia, con fines de calefacción, tiene como meta un sistema para dar calor a grandes zonas urbanas, con una extensa red de distribución.

Por consiguiente, en los países en que existen ya esos sistemas, y en los que el consumo de energía para calefacción representa una proporción considerable de la demanda total de energía primaria, hay gran interés por la calefacción urbana de origen nuclear. De ahí que los estudios sobre este género de calefacción se hallen especialmente adelantados en los países escandinavos, donde llega a destinarse a este fin hasta la mitad de toda la energía primaria consumida. Tenemos noticia de que se desarrollan grandes programas en Suecia y Finlandia, donde las centrales nucleares que se hallan actualmente en construcción o en proyecto están previstas además como fuentes para la calefacción de grandes zonas habitadas.

Los principales problemas que hay que resolver en relación con la calefacción urbana de origen nuclear son la selección del sistema óptimo, en particular, de la temperatura de trabajo de los medios de transmisión. El sistema de calefacción influirá en la reducción de la producción eléctrica de la planta. La temperatura puede ser la misma que la de los sistemas tradicionales, alrededor de los 100°C, o más elevada, requiriendo entonces una considerable reducción de la producción eléctrica de la planta, puede ser algo más baja, si se modifican los radiadores en el terminal del consumidor, o muy baja, si se monta una bomba de calor en dicho terminal receptor. La transmisión, almacenamiento y distribución del calor, la debida selección de materiales para una red de transmisión del calor, la prevención de las pérdidas de calor y la garantía de un suministro calórico seguro son los problemas suplementarios que hay que resolver.

Aunque subsisten una serie de problemas técnicos, administrativos y jurídicos, lo cierto es que la calefacción urbana puede permitir considerables beneficios económicos y una gran reducción de las necesidades totales de combustible.