

los materiales cerámicos en la era atómica

(Ceramics—A note on their role in atomic energy)

J. K. JOHNSON

De: «American Ceramic Society Bulletin», vol. 36, núm. 3, 15 marzo 1957, pág. 89

S I N O P S I S

En los reactores atómicos se necesita una gran diversidad de materiales nuevos, que han de resistir las acciones corrosivas y los efectos de las radiaciones. Sobre la base de estos requisitos se discute el empleo de materiales cerámicos en los reactores nucleares.

Antes de comenzar la exposición del trabajo creemos oportuno presentar algunas consideraciones, que estimamos necesarias. A los que se encierran en un criterio estrecho, de pocas ambiciones, el presente artículo puede parecerles fuera de lugar, no sólo por su misma esencia, sino por el lugar de su publicación.

Creemos, sinceramente, que no es así, en ninguno de sus aspectos. El tema desarrollado no puede ya serle extraño a nadie, en esta Era que tan acertadamente se denomina atómica. Los reactores nucleares, según afirma el autor, y por las trazas lleva camino de llegar a ser realidad, invadirán dentro de poco todas las actividades pacíficas de nuestra vida. Y por este motivo no debemos estar desprevenidos para cuando llegue ese momento. Entonces será necesario poder llenar la función que les incumbe a los materiales cerámicos en este aspecto tan atrayente de la construcción. Es cierto que todavía nos parece todo algo desorbitado, pero suponemos que lo mismo les ocurriría a los que tuvieron que luchar, por ejemplo, con el problema de los ladrillos refractarios para el revestimiento de los hornos rotatorios para cemento, de los materiales cerámicos resistentes a los ácidos para las instalaciones químicas, y tantos otros.

Evidentemente, tal material de construcción es la pieza cerámica que se ha de utilizar en un reactor nuclear como el ladrillo o el forjado, que tan acostumbrados estamos a ver en cualquier construcción. Cierto que, esencialmente, son materiales que introducen nuevas técnicas y nuevos problemas, pero es que no podemos reducirnos a vivir de lo que nos dejaron cuantos vivieron antes que nosotros, sino que debemos aportar nuestro granito de arena a esta inmensa obra de la civilización humana, en general, y de la recuperación industrial de España, que ha de constituir la verdadera preocupación de todos.

Y hay que apresurarse por dos razones: Una, porque otros materiales ya se están poniendo al nivel de las condiciones actuales; así, el hormigón ha resuelto ya el problema de la protección contra las radiaciones atómicas. Otra, porque ya se ha dado la señal de partida en España. Ya es una realidad que en diversos sectores de nuestra nación—nos referimos especialmente a varias organizaciones, técnicas y financieras, de la capital vizcaína—, el tema va cobrando forma y pronto será una realidad en nuestro país.

INTRODUCCION

Se predice que dentro de algunos años existirán en todo el mundo centrales eléctricas con reactores nucleares. Los empleos de éstos se extenderán ampliamente, utilizándose también para la propulsión de barcos, vehículos, etc. Estas predicciones ofrecen un estímulo y lanzan un desafío: un estímulo para las inversiones privadas en una nueva y gigantesca empresa, y un desafío a los científicos, que han de resolver los numerosos problemas técnicos que surgen al intentar llevarla a la realización.

Las centrales term nucleares constituyen el resultado de tecnologías muy diversas. Los químicos, los físicos, los ingenieros electrónicos..., todos han contribuido con su ciencia a su desarrollo. Desde luego, actualmente, el desarrollo de los reactores se ha centrado en los físicos. Pero, sin embargo, a medida que se desarrolla la nueva industria, se hace más evidente que muchos de los principales problemas no caen en el campo de la Física, sino en el de la Química, Ingeniería y Construcción. Por esto es por lo que debe recalcar también la importancia de todas estas ciencias. Este hecho hace recaer sobre los actuales especialistas en materiales de construcción la responsabilidad de abrir el curso para el desarrollo de esta industria en el campo atómico. Aunque esto, desde luego, no quiere significar un olvido de su pasada contribución.

PROBLEMAS GENERALES

Los reactores imponen una variedad de condiciones muy especiales sobre los materiales de construcción. En el núcleo de un reactor térmico sólo pueden utilizarse aquellos elementos que presentan poca tendencia a capturar neutrones. Se han de emplear elementos ligeros, que reduzcan la velocidad de los neutrones. Este hecho elimina la mayor parte de los 92 elementos. Insertado en el núcleo existen barras de control, preparadas con elementos que tengan una gran capacidad de capturar neutrones; y esta función, también, sólo la pueden cumplir muy pocos elementos. Rodeando al núcleo existe una protección contra las partículas, que absorbe los neutrones sin emisión secundaria de rayos gamma; de nuevo, también para esto sólo sirven algunos elementos. Alrededor de esta protección contra las partículas se dispone otra contra las radiaciones, preparada con materiales de gran densidad o con un espesor considerable, si se trata de materiales más ligeros.

Los efectos del bombardeo de los productos de fisión (neutrones, partículas beta y radiación gamma), sumados a las perturbaciones que provocan las radiaciones, imponen mayores restricciones, todavía, a los materiales de construcción o a sus condiciones de servicio.

Además, un reactor nuclear constituye una fuente elevada de energía. El calor, recuperado mediante un agente de refrigeración, da origen a problemas especiales de corrosión, añadiendo nuevas limitaciones a los materiales de construcción.

Al proyectar un reactor surgen, también, problemas referentes a la fabricación, pureza química y otras exigencias.

Todos estos problemas no pueden eliminarse mediante cambios tecnológicos en el desarrollo de los reactores nucleares; sin embargo, puede ser posible modificarlos favorablemente gracias a dichos cambios. Un esfuerzo continuado en el campo de los materiales, con objeto de encontrar soluciones para todos estos problemas, puede constituir nuestra contribución fundamental, pero no es suficiente.

ECONOMIA NUCLEAR

La potencia económica nuclear depende de muchos factores, pero fundamentalmente de su eficacia. Puesto que la energía del reactor, recuperada en forma de calor, sirve para la producción de electricidad, pueden aplicarse las leyes de la Termodinámica. Se conseguirá, pues, una gran eficacia térmica mediante una alta diferencia de temperatura en el ciclo térmico.

Posteriormente, A. M. Weinberg ha introducido un segundo concepto de eficacia: "eficacia de los materiales". Este concepto se aplica a los reactores nucleares como consecuencia del alto valor de su combustible atómico concentrado. Con el fin de reducir la cantidad de combustible, un reactor debe trabajar con la potencia específica máxima, en términos de energía desarrollada por peso unitario de combustible. Este principio sólo puede aplicarse en cuanto que es consistente con otros requisitos. Cualquier combustible sólido, en un reactor heterogéneo, tendrá una generación de potencia limitada por las tensiones térmicas y otros factores. Se cree, por esta razón, que los reactores homogéneos pueden ser capaces de conseguir una potencia específica superior. Las velocidades de transmisión de calor también influyen sobre la "eficacia de los materiales", de modo que un agente de refrigeración líquido es, potencialmente, más adecuado que un gas. Por otra parte, los efectos de las radiaciones sobre la corrosión pueden limitar la potencia específica de los sistemas líquidos, de modo que no se consigue una ventaja real. Sin embargo, no es obvio, por ejemplo, que en un cierto sistema, un reactor, con gas a alta presión y temperatura, presentará una menor "eficacia de materiales" que un reactor con líquido.

La importancia de la eficacia térmica es fundamental. Es extraordinariamente importante el aprovechar las altas temperaturas que se pueden presentar en los reactores nucleares. En este aspecto, los materiales cerámicos constituyen la única esperanza de conseguir este objeto. Los óxidos y carburos de uranio y torio constituyen uno de los mejores refractarios. El grafito y el óxido de berilio son también estables a altas temperaturas. Algunos compuestos de boro y de tierras raras tienen puntos de fusión superiores a 2.000° C. Pero para que puedan cumplir una función útil en los reactores es preciso que, además de su poder refractario, presenten algunas otras propiedades. Su resistencia, módulo de elasticidad, permeabilidad, conductividad térmica y expansión deben satisfacer los requisitos de una alta temperatura.

DESARROLLO FUTURO

En general, todas estas especificaciones exigen el desarrollo de nuevos materiales y nuevas técnicas de fabricación. Debe dirigirse la investigación hacia compuestos químicos que han recibido poca atención (o ninguna) en el pasado. Es preciso determinar, con precisión, las propiedades de estos compuestos a temperaturas extraordinariamente elevadas. También se han de investigar los efectos de las radiaciones sobre estos materiales.

Por otra parte, deben considerarse cuidadosamente las limitaciones de todos estos factores sobre el proyectista de un reactor. Con frecuencia ha ocurrido que un proyectista ha rechazado un material cerámico debido a que no puede sustituir directamente a un material dúctil. Muchas veces es posible modificar un proyecto para emplear un material quebradizo, o tener en cuenta su sensibilidad a los choques térmicos. En el estado actual de la tecnología cerámica no es posible fabricar sistemas complicados de óxidos y carburos refractarios. Además, los valores presentes de resistencia a la corrosión no ofrecen una solución inmediata al problema que supone la corrosión provocada por el líquido del reactor. Se cree, sin embargo, que los sistemas de reactores, con la mayor temperatura compatible, que utilicen materiales cerámicos, tendrán un agente de refrigeración gaseoso relativamente inerte. Estos argumentos indican que debe prestarse menos atención a encontrar materiales que se acomoden a unos proyectos particulares, que a realizar

proyectos en los que puedan utilizarse materiales que posean unas propiedades particularmente útiles.

De este modo, podemos afirmar que el papel de los materiales cerámicos es una parte del papel general de los materiales en la energía atómica. El que los materiales cerámicos constituyan la esperanza de los reactores de alta eficacia y elevada temperatura, constituye un nuevo estímulo para que aumentemos nuestros esfuerzos en su desarrollo. El trabajo, de ahora en adelante, ha de conseguir dos objetivos: por una parte, se ha de proseguir la investigación para el desarrollo de nuevos materiales cerámicos para los reactores, y, por otra, afianzar el propio sentimiento de responsabilidad en cuanto al desarrollo de los reactores nucleares.

S. F. S.