

69-16

## **hormigones refractarios de alúmina aglomerada por un fosfato: propiedades y aplicaciones**

(Phosphate-bonded alumina castables: Some properties and applications)

W. H. GITZEN, L. D. HART, G. MACZURA

De: «American Ceramic Society Bulletin», vol. 35, núm. 6, junio 1956, pág. 217

Se han realizado ensayos para aglomerar una chamota de alúmina vitrificada con ácido fosfórico o fosfatos de aluminio, ya sea preparados en laboratorio o adquiridos en el mercado; se ha comprobado que el ácido fosfórico es francamente superior a los diversos fosfatos. Una vez que ha tenido lugar el fraguado, la resistencia a flexión de las probetas, preparadas con ácido fosfórico, llega a ser del orden de 280 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la de las probetas aglomeradas con un fosfato de aluminio es, como máximo, de 85 kg/cm<sup>2</sup>. Después de un tratamiento térmico a 345° C, aproximadamente, estos materiales no son ya higroscópicos, y el aglomerante es insoluble en agua hirviendo.

Pensando en los diversos modos de empleo de estos hormigones se han estudiado diversas fórmulas, sobre las cuales presentamos algunos detalles a continuación:

En el caso de hormigones que se han de apisonar puede emplearse una adición que forme un aglomerante cerámico por encima de 1.095° C. Estas mezclas fraguan en caliente, entre 230 y 345° C.

Los hormigones más plásticos, que fraguan en frío, se escogen de modo que puedan aplicarse mediante la llana. Suele añadirse alúmina activada, que favorece la plasticidad, el fraguado en frío y la adherencia a los elementos metálicos.

A modo de experiencia se han preparado hormigones para vertido, con una consistencia excelente, que fraguan en frío en veinticuatro horas. Es preciso evitar el empleo de moldes de acero, pues al encontrarse en contacto con el ácido fosfórico se produce un desprendimiento gaseoso; por este motivo es preciso que los moldes sean de un material inerte.

Por otra parte, se puede provocar voluntariamente una expansión, calentando rápidamente los materiales líquidos, con el fin de conseguir una masa alveolar, de excelente resistencia mecánica y buen aislamiento térmico. Es posible preparar mezclas secas con alúmina y  $P_2O_5$ , o fosfato, con lo cual se evita el tener que manejar ácido fosfórico en la obra.

Para mezclar la alúmina y el ácido fosfórico, viscoso, se ha de emplear una amasadora capaz de producir una buena dispersión. El fraguado en caliente tiene lugar entre 315 y 426° C. En primer lugar se produce la deshidratación del ácido ortofosfórico ( $H_3PO_4$ ), que se transforma en ácido pirofosfórico ( $H_2P_2O_7$ ) a 213° C; después, este ácido reacciona con la alúmina, formando  $AlPO_4$ . En las proximidades de 215° C, la calefacción debe llevarse a cabo lentamente, con el fin de evitar que se produzca un desprendimiento brusco del agua combinada químicamente. Si se desea fabricar piezas de un cierto espesor, se recomienda practicar, en las paredes del molde, unos orificios que faciliten la eliminación del agua. La temperatura final del tratamiento, que asegura que el fraguado es total, oscila entre 315° y 425° C, según la duración de la operación y el espesor de la pieza. Si el ácido pirofosfórico no se ha transformado, totalmente, en fosfato, se combina con el agua, de modo que el ácido ortofosfórico, que se regenera, destruye el poder aglomerante.

Cuando el fraguado tiene lugar en frío, la temperatura de los componentes es la que determina el principio; con un ácido diluido, a la temperatura de 10...15° C, y una chamota a 15...27° C, el hormigón se puede trabajar durante una hora. Si se quiere retardar el principio del fraguado se refrigera el ácido, mientras que si se quiere acelerar se calienta, o bien se aprovecha el calor de dilución del ácido, añadiendo a la mezcla seca ácido concentrado y agua. Una vez que se ha hormigonado, el elemento en cuestión no se somete a calentamiento hasta veinticuatro horas después; la elevación de la temperatura debe ser lenta en las proximidades de 120° y 215° C.

Se han fabricado piezas refractarias de formas especiales, prensando, a 290° C, las mezclas en moldes de acero a 70 kg/cm<sup>2</sup>; para piezas con un espesor de 25 mm, la duración del prensado era de 30...40 minutos.

Las principales características físicas se han determinado en probetas preparadas con tres mezclas, que se han de compactar por apisonado, de granos gruesos, granos finos y granos finos con una adición (2 por 100), destinada a formar un aglomerante hidráulico, respectivamente; y en probetas preparadas con mezclas destinadas a aplicarse con llana. Las probetas se han sometido a temperaturas diferentes durante tiempos variables. Se ha observado que, entre 315° y 815° C, la resistencia a flexión de la composición de granos finos es superior a 280 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, entre 1.095° y 1.540° C, la resistencia de las mezclas sin adición se reduce en un 50 por 100, sea cual fuere la granulometría de la chamota. Por el contrario, la mezcla que contiene el aglomerante cerámico presenta una resistencia menor hasta 815° C, pero superior entre 1.095° y 1.650° C, una vez que se ha formado el aglomerante cerámico. La reducción de la resistencia mecánica en ausencia de aglomerante, entre 1.095° y 1.540° C, se puede atribuir a la descomposición del fosfato de aluminio, con volatilización del  $P_2O_5$ , como se puede confirmar por la reducción de la densidad. Se ha comprobado que las transformaciones cristalográficas del  $AlPO_4$ , análogas a las de la sílice, no ejercen ninguna influencia.

Después de una calefacción de una hora, a 870° C, estos materiales ofrecen una resistencia al desgaste por acción de un chorro de arena, unas diez veces superior a la de los hormigones refractarios ordinarios.

En lo que se refiere a la resistencia a los choques térmicos es, por lo menos, tan elevada como la de los productos silicoaluminosos.

Las primeras aplicaciones de estos hormigones refractarios han conducido a unos resultados excelentes. Se puede citar un horno vertical de vitrificación, que funciona todavía después de dos años de servicio, a pesar de la fuerte abrasión a que dicho revestimiento se encuentra sometido; como comparación podemos indicar que los revestimientos, utilizados anteriormente, duraban menos de seis meses.

S. F. S.

69