

## **CEMENTO REFRACTARIO DE LIGA MgO:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. II: Relación molar 4,5:2 y 6:2**

Nora Hipedinger

CETMIC: Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica,  
Camino Centenario y 506, (1897) M.B.Gonnet, La Plata, Argentina.  
Dto. Construcciones, Fac. Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata,  
115 y 48, (1900) La Plata, Argentina.  
E-mail: norahipe@ing.unlp.edu.ar

### Introducción

Los cementos de liga química magnesia-fosfato han sido principalmente utilizados, por la rapidez del fraguado, en la industria de la construcción para reparar estructuras de hormigón dañadas donde se requiere minimizar los tiempos de clausura al tránsito o a la producción industrial (horas en vez de días). Estos materiales pueden ser utilizados en climas rigurosos, no requieren curado, poseen excelente adhesión y estabilidad y su costo es considerablemente menor al de los materiales poliméricos. Esta liga también ha sido empleada en odontología y recientemente en la estabilización de residuos peligrosos. En el campo de los materiales cerámicos también puede ser usada, ofreciendo la considerable ventaja del procesamiento a temperatura ambiente. El sistema magnesia-fosfato diácido de amonio, el más conocido y generalmente empleado en la industria de la construcción, no puede ser usado en refractarios, a causa del desprendimiento de amoníaco durante el tratamiento térmico que provoca riesgos para la salud y contaminación ambiental. Otros fosfatos alternativos serían el fosfato diácido de aluminio y el ácido fosfórico. Este último es la fuente ideal de iones fosfato por su disponibilidad y bajo costo pero prácticamente no ha sido estudiado. T.Finch y J.Sharp [1] emplearon una muy baja relación MgO:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, la cual produjo una reacción bastante violenta y un producto sólido, duro, pero soluble en agua y, por consiguiente, de aplicación muy limitada. En base a estos resultados dichos autores concluyeron que el uso de ácido fosfórico no era adecuado para los cementos MPC. Sin embargo, si se controla la velocidad de las reacciones químicas, el ácido fosfórico puede ser satisfactoriamente empleado, tanto en aplicaciones a temperatura ambiente (materiales de construcción) como a altas temperaturas (materiales refractarios) [2-3]. Las reacciones pueden ser controladas por las relaciones magnesia/fosfato y agua/cemento, por la reactividad de la magnesia empleada, por las condiciones ambientales y por el uso de diversos retardadores y rellenos. Estos materiales pueden ser combinados con otros materiales para formar composites para diversas aplicaciones. Morteros y hormigones pueden ser obtenidos por la adición de agregados finos y gruesos a estos cementos.

En el presente estudio, la liga química magnesia-ácido fosfórico se aplicó a cementos refractarios de base cordierita para lograr el fraguado rápido a temperatura ambiente. Los materiales de cordierita (2MgO·2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5SiO<sub>2</sub>) son extensamente usados como refractarios debido a su baja expansión térmica y excelente resistencia al choque térmico, por ello se los emplea en el moldeo de hornos para cocción de piezas

cerámicas, como soporte de catalizadores para automóviles, en cerámicos de avanzada y en piezas sometidas a cambios bruscos de temperatura.

Se prepararon precursores de cordierita con relaciones molares magnesia:ácido fosfórico de 4,5:2 y 6:2 y se analizó su influencia en el desarrollo de las fases cristalinas, en el tiempo de fraguado y en la resistencia a la compresión. En un trabajo previo se observó que para relaciones molares  $MgO:H_3PO_4 < 1$  el sistema no fraguaba. Por calentamiento posterior (1350 °C), estos precursores son transformados en materiales de cordierita-mullita.

## Experimental

El procedimiento de preparación de estos materiales es el mismo que se detalló en la parte I de este trabajo (para relaciones molares magnesia:ácido fosfórico de 3:4 y 3:2) pero empleando relaciones de 4,5:2 y 6:2.

## Resultados

En la Figura 1 se muestran los difractogramas del precursor con relaciones molares  $MgO:H_3PO_4$  de 4,5:2 y 6:2 a un día de preparados. Las fases cristalinas presentes fueron  $\alpha$  y  $\beta$  alúminas, magnesia (en exceso), fosforroslerita ( $MgHPO_4 \cdot 7H_2O$ ) y  $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 22H_2O$ . A mayor contenido de magnesia, menor proporción de fosforroslerita. También se observó una fase cristalina con reflexiones en 24,6; 27,1 y 30,2 °2 $\theta$  que no pudo ser identificada. La elevación del fondo entre 15 y 35 °2 $\theta$  correspondió a la microsilíce presente en el sistema y a los fosfatos de magnesio amorfos generados por la reacción entre la magnesia y el ácido fosfórico.

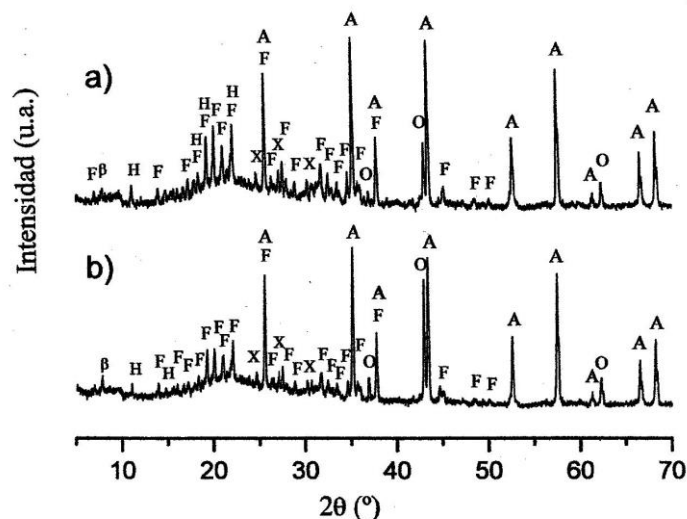


Tabla 1: Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de los cementos.

Relación $MgO:H_3PO_4$	$T_f$ (min)	$\sigma_c$ (MPa)
4,5:2	15,4	3,5
6:2	15,6	4,0

Fig. 1: DRX de los cementos con relación  $MgO:H_3PO_4$  a) 4,5:2 y b) 6:2. (A=alúmina,  $\beta$ = $\beta$ -alúmina, O=magnesia, F=fosforroslerita,  $H=Mg_3(PO_4)_2 \cdot 22H_2O$ , X=desconocido).

La Tabla 1 muestra que el tiempo de fraguado (inicial, medido con la aguja de Vicat a 20°C) prácticamente no varió con el incremento de la relación  $MgO:H_3PO_4$ . Para que el fraguado ocurra es necesaria la presencia de magnesia en exceso, la cual permanece sin reaccionar (por ser calcinada a muerte y haberse agotado el ácido fosfórico) y no presenta problemas de durabilidad ya que con el calentamiento posterior se transforma en cordierita. La resistencia a la compresión de los precursores aumentó ligeramente con el incremento de la relación  $MgO:H_3PO_4$  ya que la resistencia de los granos de magnesia es mucho mayor que la de los hidratos. Por lo tanto, las altas relaciones molares  $MgO:H_3PO_4$  son las más convenientes ya que se logra una buena liga y las reacciones ocurren a menor velocidad produciendo una masa cohesiva de mayor resistencia mecánica.

## Conclusiones

Los precursores de cordierita con relaciones molares  $MgO:H_3PO_4$  4,5:2 y 6:2 fraguaron alrededor de los 15 minutos y en su composición había  $MgO$  sin reaccionar y diversos fosfatos de magnesio hidratados (amorfos y cristalinos). La resistencia a la compresión aumentó con el incremento de la relación  $MgO:H_3PO_4$ .

## Referencias

1. T.Finch and J.Sharp, "Chemical reactions between magnesia and aluminium orthophosphate to form magnesia-phosphate cements"; Journal of Materials Science, Vol.24 (1989), 4379-4386.
2. N.Hipedinger, A.Scian y E.Aglietti, "Un hormigón refractario de matriz cordierita de liga química fosfato y su procedimiento de obtención"; Patente de Invención Argentina N° AR023240 B1.
3. N.Hipedinger, A.Scian and E.Aglietti, "Magnesia-Phosphate bond for cold-setting cordierite based refractories"; Cement and Concrete Research, Vol.32 (2002), 675-682.