

DEGRADACION QUÍMICA DE REFRACTARIOS COMERCIALES $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-C}$ POR ESCORIAS DE LA METALURGIA SECUNDARIA

V. Muñoz, E. Brandaleze, A.G. Tomba Martinez

INTEMA, Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, CP (7600), Buenos Aires. Argentina.
vanesam@fi.mdp.edu.ar

INTRODUCCION

Los ladrillos refractarios $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-C}$ (AMC), mantienen su alto nivel de consumo en las plantas de fabricación de acero, debido a sus excelentes propiedades [1, 2]. Además de las ventajas asociadas a la presencia de escamas de grafito, es decir, el incremento en la conductividad térmica, la resistencia al choque térmico y la resistencia al ataque por escoria, la formación de espinela (MgAl_2O_4) induce una expansión que ayuda a contrarrestar el desgaste de las juntas del ladrillo reduciendo la penetración de la escoria, entre otros efectos [1].

El estudio de la degradación química por escorias de refractarios AMC es de gran importancia industrial al momento de evaluar su comportamiento en servicio, con vistas a mejorar el desempeño y aumentar la vida útil de estos materiales. A pesar de la elevada resistencia a la corrosión, los ladrillos que están en contacto con el acero fundido y la escoria líquida sufren una degradación considerable, que ocurre por penetración del fundido por los poros abiertos y disolución química de los componentes del refractario. Esta disolución modifica la naturaleza de las fases y altera la textura (microfisuras), microestructura y la composición del material [3, 4]. Estos cambios, junto con su incidencia sobre las propiedades térmicas y mecánicas, reducen la vida útil del refractario.

El objetivo de este trabajo es estudiar la degradación de ladrillos comerciales AMC de diferentes calidades de uso en cucharas de acería, por corrosión de escorias de la metalúrgica secundaria, estableciendo los principales factores que determinan el comportamiento de los materiales. En función de estos objetivos, los materiales fueron caracterizados exhaustivamente y evaluados en ensayos de corrosión, incluyendo el análisis detallado de las nuevas fases formadas.

EXPERIMENTAL

La caracterización de los refractarios AMC se llevó a cabo por varias técnicas complementarias: a) análisis químico por fluorescencia de rayos X, espectroscopia de emisión de plasma acoplada inductivamente y gravimetría, b) análisis mineralógico por difracción de rayos X, c) análisis textural por distribución de tamaño de poros por intrusión de mercurio y mediciones de porosidad aparente y permeabilidad y d) análisis microestructural por microscopía óptica y de barrido acoplada a espectroscopia de energía dispersiva de rayos X (SEM/EDS). Para la evaluación de la corrosión, se empleó un escoria básica de fondo de cuchara proveniente de una planta siderúrgica local (CaO/SiO_2 : 10,8), la cual se caracterizó por difracción y fluorescencia de rayos X, análisis térmico diferencial y termogravimétrico y microscopía óptica de calefacción para determinar el comportamiento de ablandamiento y fusión.

Los materiales AMC se evaluaron en ensayos de corrosión estática ('crucible test') a 1450°C , en aire, empleando probetas cúbicas de 50 mm de longitud, con un hueco de 37 mm de diámetro y 25 de altura, obtenidas por corte a partir de los ladrillos. Los tratamientos térmicos se realizaron en un horno eléctrico (ORL con resistencia de carburo de silicio hasta 1500°C). Después de los ensayos, las muestras se embutieron

en resina poliéster, se cortaron transversalmente y se pulieron superficialmente, con el fin de determinar el desgaste y la microestructura de la región atacada por SEM/EDS. Los resultados obtenidos se relacionaron con la composición y microestructura de los materiales refractarios y se interpretaron con la ayuda de los diagramas de equilibrio termodinámico.

Palabras claves: refractarios AMC, corrosión química, escorias básicas

RESULTADOS

En las Figuras 1 y 2 se muestran micrografías de la interfase refractario-escoria obtenidas por SEM/EDS, en las que se manifiesta el ataque sufrido por el material.

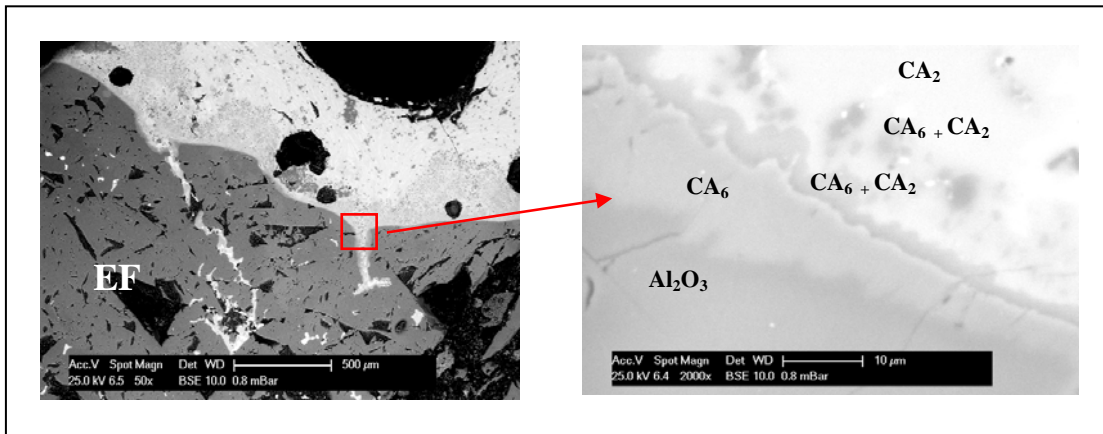


Figura 1. Micrografías (SEM/EDS) de la interfase escoria-alúmina electrofundida. (EF: alúmina electrofundida; CA_6 : $CaO \cdot 6Al_2O_3$; CA_2 : $CaO \cdot 2Al_2O_3$)

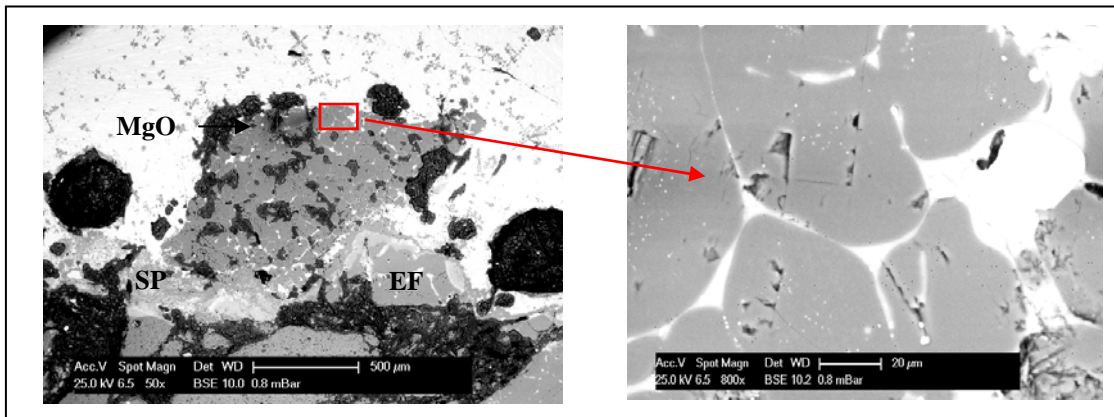


Figura 2. Micrografías (SEM/EDS) de la interfase escoria-magnesita sinterizada (EF: alúmina electrofundida; SP: $MgO \cdot 6Al_2O_3$)

Entre los principales resultados obtenidos:

- se registraron diferencias en el desgaste y la susceptibilidad de los materiales frente a la misma escoria (básica).
- la cantidad de escoria remanente varió significativamente entre los materiales, lo cual indicaría diferencias en penetración y/o interacción entre la escoria y el refractario.
- las diferencias en la resistencia a la corrosión se atribuyeron a variaciones en la permeabilidad y el contenido de MgO sinterizada. Una permeabilidad más elevada

lleva a mayor penetración de la escoria. En el segundo caso, los bordes de grano de la magnesia sinterizada, que concentran impurezas, entre ellas, fase vítrea, la hacen más susceptibles al ataque químico, mientras que los agregados de alúmina tabular de elevada pureza y de alúmina electrofundida marrón, con baja proporción de bordes de grano, resultan más resistentes a la corrosión.

- se identificaron distintos mecanismos de ataque: a) disolución y reacción del agregado y b) penetración de la escoria por los bordes de grano del agregado.

- se identificó la presencia de aluminatos cálcicos de diferente composición (CA_6 y CA_2 , Figura 1), con menor proporción de Al_2O_3 desde el agregado de alúmina hacia la escoria (ya que la concentración de este componente disminuye hacia el seno de la escoria).

- se detectó la presencia de espinela $MgO \cdot Al_2O_3$ (SP, Figura 2), en la cercanía del agregado, formada a partir de la MgO disuelta en la escoria y la Al_2O_3 contenida en el fundido.

- teniendo en cuenta los diagramas de equilibrio ternarios correspondientes (considerando los componentes principales del sistema), se concluyó que la corrosión está controlada por factores cinéticos.

REFERENCIAS

[1] A.D. Gupta and K. Vickram, "Development of resin-bonded alumina-magnesia-carbon bricks for steel ladle applications", *Interceram*, 48 (1999) 307-310.

[2] S.K. Nandy, P.K. Roy Choudhury and D.P. Chakraborti, "Resin-bonded Al_2O_3 - MgO -C brick for steel ladle", *Am.Ceram.Soc.Bull.*, 67-70 July 2000.

[3] J. Poirier, F. Qafssaoui, J.P. Idefonse, M.L. Bouchetou, "Analysis and interpretation of refractory microstructures in studies of corrosion mechanisms by liquid oxides", *J.Eur.Ceram.Soc.* 28 (2008) 1557-1568.

[4] W.S. Resende, R.M. Stoll, S.M. Justus, R.M. Andrade, E. Longo, J.B. Baldo, E.R. Leite, C.A. Paskocimas, L.E.B. Soledade, J.E. Gomes, J.A. Varela, "Key features of alumina/magnesia/ graphite refractories for steel ladle lining", *J. Eur.Ceram.Soc.* 20 (2000) 1419-1427.