

Influencia del grado de refuerzo y de la composición de la matriz en la resistencia a la corrosión de materiales compuestos de matriz de aluminio (A3xx.x/SiC) en 80% humedad relativa (HR)

A. PARDO¹, M.C. MERINO¹, S. MERINO², M.D. LÓPEZ³, M.D. ESCALERA¹, F. VIEJO¹

¹Departamento de Ciencia de Materiales, Facultad de Química, Universidad Complutense, 28040, Madrid, España

²Departamento de Tecnología Industrial, Universidad Alfonso X El Sabio, 28691, Villanueva de la Cañada, Madrid, España

³Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, 28931, Móstoles, Madrid, España

Se estudia la influencia de la proporción de SiC en la resistencia a la corrosión de los materiales compuestos de matriz de aluminio A380/SiC/10p, A380/SiC/20p, A360/SiC/10p y A360/SiC/20p, cuando operan en un ambiente con 80% HR a 25° y 50°C, que ha sido simulado mediante cámara climática. La matriz del material A360/SiC/xxp no contiene Cu, mientras que el material A380/SiC/xxp contiene entre el 1,39-1,44% de Ni y 3,13-3,45 de Cu. Se ha llevado a cabo un estudio cinético mediante medidas gravimétricas. Se ha estudiado la naturaleza de los productos de corrosión en función de la proporción de refuerzo, de la composición de la matriz y de las condiciones de exposición al medio agresivo. Para la humedad ensayada, la resistencia a la corrosión de estos materiales es elevada y el grado de protección de la capa pasiva es alto. El grado de daño, aunque es pequeño aumenta con la temperatura y es función tanto de la composición de la matriz como del porcentaje de refuerzo.

Palabras clave: Corrosión de materiales compuestos, Medios acuosos, Óxidos de aluminio, Corrosión generalizada.

Influence of reinforcement grade and matrix composition on corrosion resistance in cast aluminium matrix composites (A3xx.x/SiC) on 80%HR

A study of the influence of the SiCp proportion of four aluminium metal composites (A380/SiC/10p, A380/SiC/20p, A360/SiC/10p y A360/SiC/20p) on 80%HR at 25 and 50°C, simulated under climatic chamber. The matrix of A360/SiC/xxp composites is virtually free of Cu while the A380/SiC/xxp matrix contains 1.39-1.44wt%Ni and 3.13-3.45wt%Cu. The kinetics of the corrosion process were studied on the basis of gravimetric tests. The nature of corrosion products was studied as a function of the reinforcement proportion, matrix concentration and test conditions. At the humidity environment tested, both the material corrosion resistance and the stability of the passive layer were high. The damage was low and increased with temperature, SiCp proportion and Cu matrix composition.

Keywords: Corrosion composites, Aqueous environments, Aluminium oxides, General corrosion.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha prestado particular atención al desarrollo de materiales compuestos de matriz metálica, fundamentalmente de aluminio, reforzado con partículas cerámicas, whiskers o fibras, debido tanto a su elevada resistencia mecánica como a su potencialmente elevada tenacidad a la fractura. (1-2). Las partículas de refuerzo de SiCp mejoran las propiedades mecánicas del MMC reduciendo el tamaño de grano de la matriz del material (3). Habitualmente el volumen de partículas que se suele añadir a un material compuesto para optimizar la transmisión de la carga entre el refuerzo y la matriz, oscila en el intervalo entre 10 y 30% en volumen. La transferencia de la carga aplicada entre las partículas de SiCp y la matriz depende del grado de adherencia a través de la intercara entre la matriz metálica y las partículas reforzantes cerámicas (4-5). El ensayo en cámara climática permite estudiar, como ensayo acelerado de laboratorio, el comportamiento de los materiales en una atmósfera húmeda. El aluminio presenta una buena resistencia cuando opera en atmósferas húmedas originadas a partir de aguas naturales. Sin embargo, los factores que controlan el grado de resistencia a la corrosión de los materiales expuestos a la atmósfera húmeda originada en una cámara climática depende de la temperatura de operación, pH, conductividad, concentración de iones cloruro y disponibilidad de reactivo catódico (6).

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento frente a la corrosión en presencia de 80%HR de distintos materiales compuestos de matriz de aluminio preparados por moldeo (A360/SiC/10p, A360/SiC/20p, A380/SiC/10p, A380/SiC/20p). Se estudia la influencia del

volumen de partículas reforzantes y de la composición de la matriz en el proceso de corrosión en atmósferas húmedas, mediante el empleo de ensayos gravimétricos. El estudio de los productos de corrosión originados se lleva a cabo mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), análisis de rayos X de energías dispersivas (EDX), y difracción de rayos X de incidencia rasante.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los materiales ensayados fueron las aleaciones de base aluminio preparadas por moldeo A360 y A380 reforzadas con SiCp. Se utilizó como aleación de referencia la aleación de moldeo A361 sin refuerzo. A todas las muestras se las sometió a un tratamiento de homogeneización a 500°C durante 2 h y posterior temple en agua. La composición química de los materiales ensayados se muestra en la Tabla I. Los ensayos se realizaron en cámara climática con una atmósfera de 80% HR a 25 y 50°C por un periodo de 80 días. Para las medidas gravimétricas se utilizaron muestras rectangulares con unas dimensiones de 30x20x3 mm. Las muestras se expusieron al ambiente húmedo con un área superficial de aproximadamente 18 cm². Antes de comenzar los ensayos se realizó una preparación superficial mediante desbaste hasta papel de grano 600 SiC en medio acuoso, posteriormente las muestras se limpiaron con acetona, se secaron, se pesaron y se midió el área expuesta al medio agresivo. Al finalizar cada ensayo las muestras se lavaron y secaron

para proceder de nuevo a su pesada. Se estudió mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), tanto la morfología, como la evolución de los productos de corrosión originados sobre la superficie de los materiales compuestos, en función del tiempo de exposición al medio agresivo, con el fin de estudiar la influencia de la presencia de partículas reforzantes de SiC y de la composición de la matriz de los materiales ensayados en el mecanismo de degradación. Se realizaron, también, análisis por EDX, DRX y DRX de incidencia rasante para identificar tanto los constituyentes de los materiales compuestos ensayados como de los productos de corrosión originados sobre sus superficies.

TABLA I. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES ENSAYADOS.

Material	Elementos (% peso)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Cr	Zn	Ti	Sr
A360/SiC/20p	9.96	0.94	0.004	0.64	0.64	0.007	0.002	0.006	0.09	0.010
A360/SiC/10p	9.94	0.89	0.007	0.62	0.63	-	-	0.013	0.08	mod.
A380/SiC/20p	10.07	0.97	3.13	0.59	0.39	1.44	0.003	0.01	0.08	0.01
A380/SiC/10p	9.96	0.79	3.45	0.41	0.43	1.39	-	0.030	0.08	mod.
A361	10	0.45	<0.1	0.5	0.35	-	-	<0.1	-	-

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El material A360/SiC/xyp muestra una microestructura de moldeo. La matriz contiene tres tipos de fases diferentes: Si eutéctico en forma de agujas (A), cristales del compuesto intermetálico AlFeSiMn- α (B) y SiCp con forma geométricas (C) (Figura 1a). El material A380/SiC/xyp presenta una microestructura similar al material A360/SiC/xyp con SiCp, Si eutéctico. La presencia de Cu y Ni en su composición

da lugar a la formación de tres tipos diferentes de compuestos intermetálicos: Al₂Cu (D), AlCuFeMn (E) y AlCuNi (F) (Figura 1b).

La Figura 2 muestra la variación de masa en función del tiempo de exposición a la atmósfera húmeda. Cuando los materiales operan a 25°C presentan cinéticas multiparabólicas asociadas a ciclos de desprendimiento y formación de capas de oxidación. Como la variación de masa es mínima se puede decir que la capa pasiva es estable para las condiciones de ensayo. Sin embargo, cuando los materiales operan a 50°C se detecta una pequeña disminución de la masa, lo cual puede ser asociado a que al favorecerse el crecimiento de la capa pasiva se producen fracturas y pequeños desprendimientos de mayor magnitud que a 25°C. En todo caso, para las condiciones de ensayo, el cambio de masa es muy pequeño y la capacidad protectora grande.

La Figura 3 muestra la dureza Vickers de los materiales ensayados. La mejora de las propiedades mecánicas debido a la adición tanto de SiCp como de Cu y Ni, justifica el estudio de este tipo de materiales frente a distintos medios agresivos. La Figura 4 muestra la morfología de la superficie del material de referencia sin refuerzo, A361, después de estar expuesto durante 80 días a la atmósfera húmeda. La capa protectora de Al₂O₃ se mantiene prácticamente intacta, no presentando signos de ataque por corrosión, lo que indica una buena resistencia al medio ensayado. La figura 5 muestra la morfología de la superficie de los materiales A360/SiC/20p y A380/SiC/20p después de ser expuestos a la atmósfera húmeda durante 80 días a 50°C. De nuevo se pone de manifiesto, para ambos materiales, que el grado de deterioro es mínimo. La porosidad que presenta el material es propia de un proceso de solidificación por moldeo. Para los tiempos, grado de humedad y temperatura ensayados, no se detecta en los materiales con cobre una

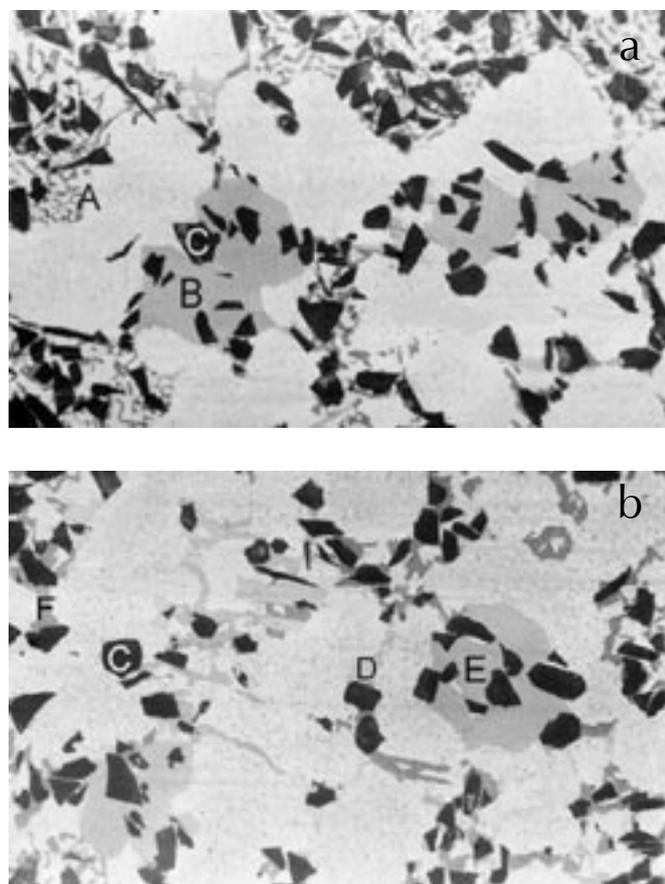


Figura 1. Microestructura de los materiales compuestos: a) A360/SiC/10p y b) A380/SiC/10p

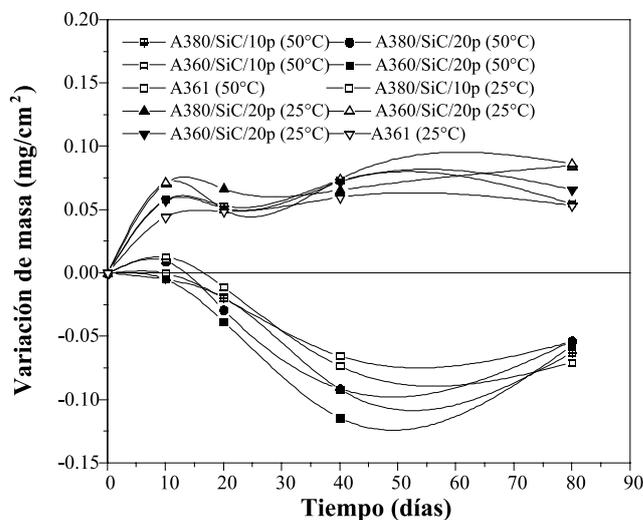


Figura 2. Variación de la velocidad de corrosión con el tiempo de ensayo en cámara climática al 80% HR a 25°C y 50°C.

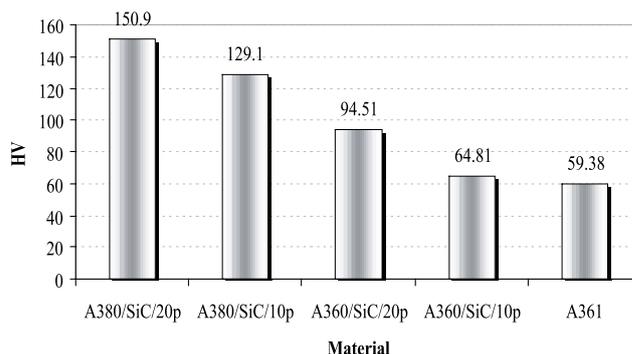


Figura 3. Dureza Vickers de los materiales ensayados.

