

Aplicación de recubrimiento anticorrosivo de SiC sobre aleación de Mg AZ31 mediante la técnica de plasma

Paula Torós⁽¹⁾, Carlos Lasorsa⁽³⁾, María C. Di Stefano⁽¹⁾ y Ulises E. Gilabert^(1,2)

¹ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Departamento de Ingeniería Química, Centro de Tecnologías Químicas (CTQ), Av. Medrano 951, (C1179AAQ) C.A.B.A., Argentina

² Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), Av. G. Paz 5445 (B1650KNA) San Martín, Buenos Aires, Argentina.

³ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Haedo, París 532 (1706), Haedo, Buenos Aires, Argentina

paulatoros@gmail.com

Recibido el 07 de junio de 2018, aprobado el 4 de julio de 2018

Resumen

Las aleaciones de magnesio son objeto de estudio para su uso en prótesis óseas, debido a sus excelentes propiedades mecánicas, biocompatibilidad y su bajo costo frente a materiales como el titanio. El obstáculo para el uso de estas aleaciones es su elevada velocidad de corrosión. En este trabajo presentamos una metodología para la aplicación de un recubrimiento de SiC mediante plasma sobre una aleación de magnesio. Estos materiales recubiertos pueden usarse en prótesis, están libres de riesgo de corrosión y se pueden producir a bajo costo. Para determinar la resistencia a la corrosión de este material se realizó un estudio comparativo de las curvas de polarización de las muestras recubiertas a distintos tiempos de operación como así también de la muestra sin recubrir.

Este estudio revela una mejora significativa en la resistencia a la corrosión de las muestras recubiertas a medida que aumenta el tiempo de operación.

PALABRAS CLAVE: MAGNESIO – PLASMA – CORROSIÓN – PRÓTESIS – RECUBRIMIENTO

Abstract

Magnesium alloys have been studied as bone prosthesis because of their excellent mechanical properties, biocompatibility and low cost when compared to titanium ones. The obstacle that these materials have is their high corrosion rates. In this work a method for coating of SiC on magnesium alloys by plasma application is presented. These coated alloys are suitable as bone prosthesis, exhibit corrosion resistance and low production costs. In order to evaluate the coating's corrosion resistance, the polarization curves at different operation times were determined. A no coating sample was also tested for comparison.

This work shows that a significant improvement of corrosion resistance occurs when the operation time is increased.

KEYWORDS: MAGNESIUM – PLASMA – CORROSION – PROSTHESIS -COATING

Introducción

En la actualidad, el titanio es el material más utilizado para prótesis (Pino, 2008) dada sus excelentes propiedades mecánicas y su elevada resistencia a la corrosión. El obstáculo que estos materiales presentan es su alto costo. En este trabajo presentamos la metodología para la aplicación de SiC (Perillo, 2006) sobre la aleación de magnesio AZ31 (Torós, 2016) mediante la técnica de plasma (Lasorsa, 2008). La formación del plasma se produce generalmente sobre la base de una descarga eléctrica en un gas a baja presión, en la que su campo eléctrico aporta energía cinética a las especies para su ionización. Estas especies son electrones libres e iones, más átomos y moléculas no ionizadas, que se recombinan, mediante enlaces químicos, sobre el material que actúa como sustrato. Una superficie modificada mediante un proceso por plasma posee una alta fuerza de cohesión y adhesión sobre el sustrato, semejante a un enlace químico. Es además un proceso económicamente rentable y no contaminante.

Para la aplicación de plasma se utilizó un reactor PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), con una fuente de potencial eléctrico de descarga continua.

Materiales y Métodos

El reactor está conformado por un tubo de vidrio Pyrex de 100 cm de longitud y 15 cm de diámetro interno. El reactor (Figura 1) cuenta con un sistema de bombeo que asegura un vacío dinámico y el ingreso permanente de los elementos precursores, así como una fuente eléctrica de ionización.

El equipo, en su cámara de ingreso (cámara de mezcla) por su configuración de electrodos y distribución de potenciales eléctricos, produce una descarga muy intensa, lo que facilita un elevado grado de ionización en las especies entrantes; la ionización y el proceso de recombinación se completan en el tramo central del equipo, donde se produce el recubrimiento, dando por terminado el proceso a la salida por el sistema de bombeo de vacío. (Ver Figura 2)

Para evaluar las propiedades de los recubrimientos y analizar la velocidad de corrosión del material se realizaron las curvas de polarización

correspondientes, en medio fisiológico simulado (SBF), mediante un Potenciostato (Teq_4). El resultado se comparó con el obtenido, mediante idénticos ensayos, sobre muestras sin recubrir, a fin de evaluar el poder protector de la película aplicada. La resistencia a la corrosión de las muestras tratadas fue significativamente superior a la de las muestras libres de recubrimiento.

Se trabajó con muestras de aleación de magnesio AZ31 (3% Al, 1% Zn, 0,2% Mn, Fe<0,005%, %m/m). El material fue pulido con papel abrasivo de SiC de distinta granulometría: 120 μm , 320 μm , 600 μm y 1000 μm . A continuación, las muestras fueron lavadas en ultrasonido con etanol.

Para la aplicación de las películas anticorrosivas se utilizó un reactor PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), con una fuente de potencial eléctrico de descarga continua de 700 V. Se trabajó a una presión absoluta de 70,5 mm de Hg, a la temperatura de 630 °C y un caudal de ingreso de precursores de 0,4 dm³/h. El tiempo de operación fue variable de 60, 90 y 120 minutos. Los precursores empleados fueron metano y Hexamethyldisilazane (HMDS)-CH₃SiNHSiCH₃.

Los recubrimientos se caracterizaron mediante la determinación de las curvas de polarización potenciodinámicas. Se empleó un potenciostato/galvanostato Teq_4, controlado por microprocesador que opera en el rango de corriente que va desde 5 nA FS hasta 250 mA FS. Los ensayos potenciodinámicos se efectuaron a una velocidad de barrido de 0,5 mV/s, desde -2000 mV a 0 mV. Se empleó una celda convencional de vidrio Pyrex, de tres electrodos. Se utilizó un electrodo de referencia de calomel saturado y un contraelectrodo de platino. Las curvas de polarización se determinaron en medio fisiológico simulado (SBF) (0,85% NaCl, 0,04% KCl, 0,034% CaCl₂.2H₂O, %m/m) a 37°C.

Resultados y Discusión

En la Figura 3 se representan las curvas correspondientes a los ensayos potenciodinámicos de aleación AZ31 sin tratar (blanco), y tres muestras recubiertas con SiC mediante la técnica PECVD, cuya diferencia estriba en el tiempo de operación 60 minutos (curva roja), 90 minutos (curva verde) y 120 minutos (curva violeta). Todas con un tratamiento térmico a 630 °C.

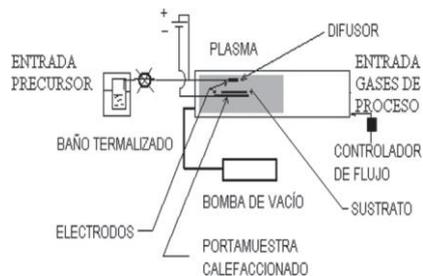


Fig.1. Esquema del reactor PECVD

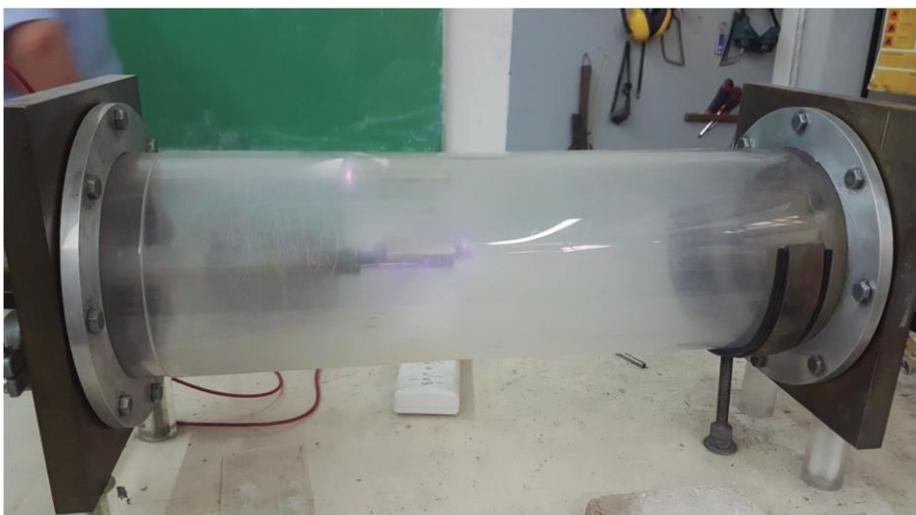


Fig.2. Reactor PECVD en funcionamiento

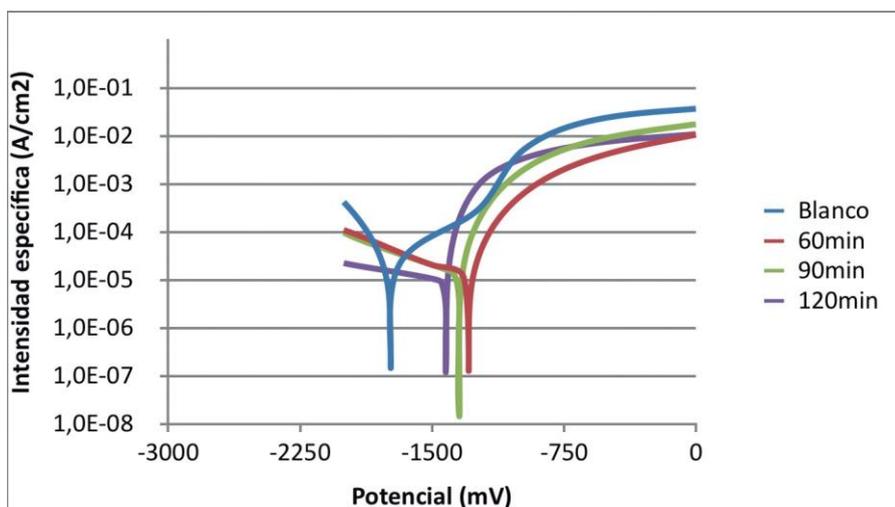


Fig.3. Ensayos Potenciodinámicos de aleación de Mg AZ31

Siendo la curva azul la de la muestra sin recubrir (Blanco). Se observa un desplazamiento hacia valores mayores del potencial de corrosión y una disminución de valor de intensidad específica i_0 , más significativo en el caso de la muestra tratada a tiempo de operación de 90 minutos. Encontrando de esta manera el tiempo óptimo de operación.

Conclusiones

Mediante el ensayo realizado se observan los siguientes efectos:

La modificación de la superficie de las aleaciones de Mg AZ31 mediante la aplicación de la técnica de plasma es un procedimiento efectivo para disminuir su reactividad.

El aumento del tiempo de operación mejora la

resistencia a la corrosión del recubrimiento de SiC mediante la PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition).

Se encontró que el tiempo de operación óptimo es de 90 minutos ya que disminuye un orden su intensidad específica i_0 . Mientras que para los tiempos de operación tanto de 60 minutos como de 120 minutos el descenso del i_0 no es tan significativo con respecto al de la muestra sin recubrir.

Agradecimientos

Los tres autores agradecen a las autoridades de las Facultades Regionales de Buenos Aires y de Haedo al servicio Geológico Minero Argentino el apoyo prestado a esta investigación.

Referencias

- LASORSA, C. A.; MORANDO, P. J. y RODRIGO, A., (2005). "EFFECTS OF PLASMA OXYGEN CONCENTRATION ON THE FORMATION SIOXCY FILMS BY LOW TEMPERATURE PECVD" *Surface and Coatings Technology* 194.
- LASORSA, C. A.; PERILLO, P. M. y MORANDO, P. J., (2010). "PROTECTIVE $SixOyCz$ COATINGS ON STEEL PREPARED BY PLASMA ACTIVATED CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION" *Surface and Coatings Technology* 204.
- LASORSA, C.; DILALLA, N.; PERILLO, P.; MORANDO, P. J.; VERSACI, R. y LUCIO, R., (2008). RECUBRIMIENTO DE OXINITRURO DE TITANIO ($TiNxOy$) PARA USO EN CONVERTORES TÉRMICOS DE LA ENERGÍA SOLAR. CONAMET/SAM (Asociación Argentina de Materiales, Congreso Nacional de Metalurgia y Materiales). Santiago de Chile- Chile.
- PERILLO, P.; LASORSA, C. A. y VERSACI, R., (2006). RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE $SIXOYCZ$ SOBRE SUBSTRATOS METÁLICOS APLICADOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE PLASMA CVD. CONAMET/SAM 2006 –Santiago de Chile- Chile.
- PINO MÍNGUEZ, J., (2008). Estudio nanométrico de biocompatibilidad celular a biomateriales utilizados en cirugía ortopédica". Tesis de Doctorado. Universidad de Santiago de Compostela, España.
- TORÓS, P.; FONTINOVO, F.; DI STEFANO, M. C. y GILABERT, U., (2016). "Obtención y caracterización de recubrimientos de Biovidrio sobre la aleación de Mg AZ31". Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales, XVI SAM-CONAMET. Ciudad de Córdoba, Córdoba. 22 al 25 de Noviembre 2016.