

Recuperación de Ag sobre acero inoxidable en un reactor electroquímico tipo prensa

Pedro Alberto Ramírez Ortega¹, Víctor Esteban Reyes Cruz², María Aurora Veloz Rodríguez³

¹ Doctorado en Ciencias de los Materiales ICBI, UAEH.

² Profesor Investigador nivel C de tiempo completo del AACTy M, ICBI, UAEH.

³ Profesor Investigador nivel C de tiempo completo del AACTy M, ICBI, UAEH.

¹e-mail: pedroramirezortega@gmail.com

²e-mail asesor: reyescruz16@yahoo.com

Categoría: Posgrado

Resumen

La plata ha ubicado a México ante el mundo como uno de sus principales productores, sin embargo, esto puede cambiar, debido a que los yacimientos ricos en este mineral metálico se encuentran en un latente agotamiento, por lo que el país debe buscar nuevas fuentes de obtención de este metal, como por ejemplo los productos postconsumidos como las placas radiográficas, donde una vez utilizadas son desechadas. Hoy en día, los procesos electroquímicos son una alternativa viable para recuperar plata. En este trabajo se realizan estudios voltamperométricos y cronopotenciométricos para encontrar las condiciones energéticas que permitan la recuperación de plata proveniente de placas radiográficas sobre un acero inoxidable A304 en un reactor electroquímico tipo prensa. Los estudios voltamperométricos permitieron determinar el intervalo de corriente donde tiene lugar el proceso de recuperación de plata. Mientras que los estudios de macroelectrólisis a corriente controlada y a diferentes velocidades de flujo permitieron la recuperación de plata sobre el acero inoxidable A304. Finalmente los estudios realizados mediante Microscopia Electrónica de Barrido y Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X a los productos de reducción obtenidos sobre la superficie del acero inoxidable A304 verificaron la recuperación de plata proveniente de las placas radiográficas.

1. Introducción

En el 2007, México se mantuvo nuevamente como el segundo productor de plata en el mundo [1, 2]. Lo cual resulta relevante, ya que por varios años el país ocupaba el primer sitio. Ante esto, México debe optar por nuevas fuentes de obtención de este mineral metálico, que no solo le permitan mantenerse entre los cinco principales, si no retomar el liderazgo en la producción de plata en el mundo. Una opción favorable y en la que México puede intervenir es el tratamiento de productos postconsumidos que contienen Ag, como son las placas radiográficas, las cuales una vez utilizadas son desechadas por completo. Actualmente, los procesos electroquímicos son utilizados para recuperar plata contenida en

los desechos generados por la industria fotográfica, dado el bajo costo de recuperación [3]. Hoy en día, los procesos electroquímicos ofrecen el uso de estas soluciones de desecho para recuperar plata, utilizándola como materia prima para recubrir metales, lo cual propicia nuevas áreas de aplicación. En la literatura hay trabajos reportados que abordan la recuperación de Ag de los desechos de la industria fotográfica y radiográfica [4, 5, 6, 7, 8, 9], sin embargo no hay trabajos que estudien la recuperación de plata contenida en placas radiográfica utilizando un reactor electroquímico tipo prensa. Debido a esto, se propone el presente trabajo, con la finalidad de estudiar las condiciones de operación y la metodología necesaria para llevar a cabo la recuperación de plata contenida en las placas radiográficas sobre acero inoxidable (A304) mediante el uso de un reactor electroquímico tipo prensa. Y así, aportar en el desarrollo de una tecnología que permita llevar a cabo la recuperación del metal más representativo y de interés en la economía mexicana. En este trabajo se realiza un estudio de macroelectrólisis del depósito de Ag mediante técnicas voltamperométricas y cronopotenciométricas a corrientes constantes y variando la velocidad de flujo, con la finalidad de determinar las condiciones energéticas a imponer para obtener la recuperación de Ag sobre el sustrato de acero inoxidable A304 a escala piloto. Por último se verifica que el depósito obtenido la superficie del A304 sea plata.

2. Materiales y métodos.

Se utiliza un reactor electroquímico tipo prensa FP01-EP con un sistema de tres electrodos (trabajo, auxiliar y referencia) el cual, fue construido en el AACTyM de la UAEH. Se utilizó acero inoxidable A304 (área geométrica de 64.3 cm^2) como electrodo de trabajo. Como referencia se utilizó un electrodo de Calomel saturado (ECS) y como contra electrodo titanio recubierto. La solución utilizada fue HNO_3 al 5% en volumen con 250 gr. de placa radiográfica (DSFR). Se utilizó un Potenciostato -Galvanostato marca PAR, modelo 263A. La naturaleza de los depósitos se estudio por Microscopia Electrónica de Barrido y Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X.

2.Resultados y discusión.

2.1. Estudio voltamperométrico de la solución DSFR sobre acero inoxidable A304.

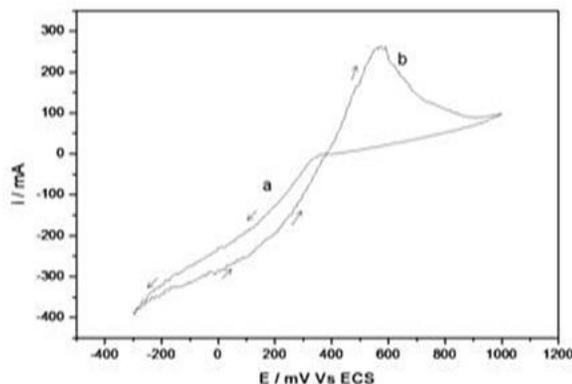


Figura.1. Voltamperograma del depósito de Ag sobre A304 de la solución DSFR. Velocidad de barrido 25 mVseg⁻¹

En la figura 1 se presenta un proceso de reducción de Ag, el cual inicia en 321mV (a) mientras que su correspondiente proceso de oxidación se presenta en el intervalo de 393mV a 861mV.

Una vez obtenido el intervalo de corrientes donde se lleva a cabo el depósito de plata sobre el electrodo de A304 se realizó el estudio de macroelectrólisis a corriente controlada con la finalidad de obtener la recuperación de plata sobre el sustrato de acero inoxidable A304

2.2 Estudio de macroelectrólisis a corriente controlada.

Las macroelectrólisis se llevaron a cabo durante 120 minutos, en el intervalo de corrientes -40 a -125mA y a una velocidad de flujo de 10 Lmin⁻¹. Cabe mencionar, que estas corrientes fueron obtenidas del estudio voltamperométrico.

Con el fin de determinar el intervalo de corriente donde se lleva a cabo la recuperación selectiva de Ag, se realiza la determinación de la disminución de la concentración de ésta en la solución DSFR, a partir de los estudios de macroelectrólisis a corriente controlada. El estudio mostro que la especie electroactiva de Ag⁺ presente en la

solución disminuye con respecto al tiempo de electrolisis; y que conforme la velocidad de flujo incrementaba se presenta una mayor recuperación de plata, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Variación de la concentración de Ag^+ en la solución a las diferentes corrientes impuestas en el estudio de macroelectrólisis.

Corriente (mA).	C(t)/C(0 de Ag^+ en la solución (ppm)	Ag recuperada (%)
-40	0.7616	23.29
-50	0.6923	30.77
-65	0.6490	35.10
-80	0.5712	42.88
-95	0.4760	52.40
-125	0.3461	65.39

Los estudios de macroelectrólisis a corriente controlada permitieron la obtención de un recubrimiento homogéneo sobre el A304 al imponer las siguientes corrientes: -40mA, -65mA -125mA (figura 2). Este recubrimiento es atribuido a la plata depositada, la cual proveniente de la solución DSFR.

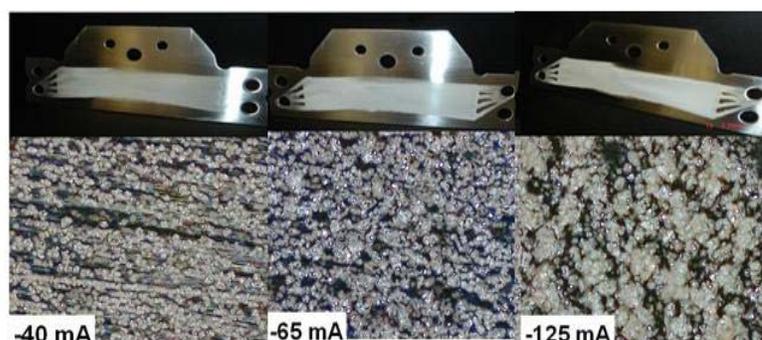


Figura 2. Recubrimientos obtenidos sobre el Acero inoxidable A304 (área 64.3 cm^2) después de realizar los estudios cronopotenciométricos en el intervalo de -0.04 a -0.125 A ., a una velocidad de 10 Lmin^{-1}

Mediante Microscopia Electrónica de Barrido (MEB) y Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X, se determinó que los depósitos obtenidos sobre el acero inoxidable A304 es plata.

2.3 Estudio de macroelectrólisis a corriente controlada variando la velocidad de flujo.

La finalidad de este estudio es conocer el efecto que tiene el cambio de velocidad de flujo sobre el depósito electroquímico en el electrodo de acero inoxidable A304. En la

figura 3 se presenta el estudio realizado sobre el A304, variando la velocidad del fluido en el intervalo de 5 a 15 Lmin⁻¹. Estos estudios se realizaron durante 120 minutos y una corriente constante de -40 mA.

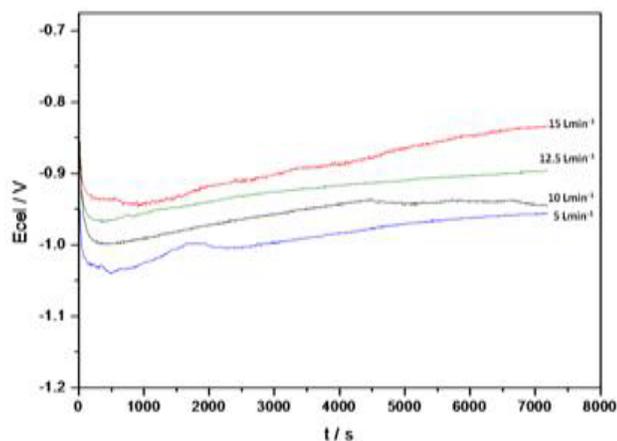


Figura.3. Cronopotenciogramas obtenidos para la reducción del ion Ag⁺ sobre un electrodo de A304 en una solución proveniente de los DSFR. Las diferentes velocidades de flujo se ilustran en la figura.

Para determinar la velocidad de flujo donde se lleva a cabo una mayor recuperación de plata, se determina la disminución de la concentración de Ag en la solución DSFR, a partir de los estudios de macroelectrólisis a corriente controlada variando la velocidad de flujo. Mostrando que la especie electroactiva de Ag⁺ presente en la solución disminuye con respecto al tiempo de electrolisis y que conforme la velocidad de flujo incrementaba se presenta una mayor recuperación de plata, los cual se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2. Variación de la concentración de Ag⁺ en la solución a las diferentes velocidades de flujo impuestas en el estudio de macroelectrólisis a corriente controlada de -40mA.

Velocidad de Flujo (Lm ⁻¹).	C(t)/C(0 de Ag ⁺ en la solución (ppm)	Ag recuperada (%)
5	0.7862	21.38
10	0.7643	23.57
12.5	0.7332	26.68
15	0.6765	32.35

Los resultados del estudio de macroelectrólisis a corriente controlada variando la velocidad de flujo de 5 a 15Lmin⁻¹, permitieron la obtención de recubrimientos homogéneos sobre el A304. Estos recubrimientos son atribuidos a la plata depositada. Es importante mencionar que estos depósitos tienen las mismas características a los presentados en la sección 2.2.

Los depósitos obtenidos de este estudio fueron analizados por Microscopia Electrónica de Barrido (MEB) y Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X, permitiendo conocer que la naturaleza real de estos es plata.

3. Conclusiones

1. Los estudios de macroelectrólisis a corriente controlada permitieron obtener un recubrimiento de plata sobre el acero inoxidable A304.
2. Mediante Microscopia electrónica de barrido y Espectroscopia de Energía Dispersiva de Rayos X, se verificó que los depósitos obtenidos sobre el electrodo de acero inoxidable A304 es plata.
3. Los estudios macroelectrólisis a corriente controlada variando la velocidad de flujo sobre A304, revelaron la importancia que tiene las condiciones hidrodinámicas en la solución, ya que al incrementar la velocidad de flujo, se incrementa la cantidad de depósito sobre la superficie de acero inoxidable A304, el cual fue atribuido a la plata; mostrando también, que si se incrementa dicha velocidad disminuye la concentración de Ag^+ en la solución

4. Agradecimientos

A los proyectos Fomix Hidalgo No. 97597 y a Implementos SNI 1 No 90821, por los apoyos otorgados en la realización de este trabajo.

El autor Pedro Alberto Ramírez Ortega desea agradecer al CONACyT por la beca otorgada para la realización de estudios doctorales.

5. Referencias bibliográficas.

1. www.elcomercio.com.pe
2. www.bolg.pucp.edu.pe
3. Environment Information from Kodak. The Technology of Silver Recovery for Photographic Processing Facilities. Eastman Kodak Company, referencia J-212 (1999).
4. M. Chatelut, E. Gobert, O. Vittori, Hidrometallurgy 54 (2000) 79-90
5. H. Zhouxiang, W. Jianying, Z. Ma, H. Jifan, Hidrometallurgy 92 (2008) 148-151
6. K. G. Adani, R. W. Barley, R. D. Pascoe, Minerals Engineering 18 (2005) 1269-1276
7. V. I. E. Ajiwe, I. E. Anyadiegwu, Separation and Purification Technology 18 (2002) 89-92
8. S. Syed, S. Suresha, L. M. Sharma, A. A. Syed, Hidrometallurgy. 63 (2002) 277-280
9. J. Gutiérrez Badillo, L. H. Horita Pérez. Recuperación de Plata, Tesis de Licenciatura UAM-I, México (2003).