

Influencia del flujo en la macroelectrólisis de la recuperación de plata proveniente de efluentes radiográficos.

Aguirre-Espinosa, J.C.*, Reyes-Cruz, V.E., Veloz-Rodríguez M.A.

Área académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, ICBI, UAEH.
Carr. Pachuca-Tulancingo km 4.5, Pachuca, Hidalgo, México, C.P. 42184

*E-mail: nintendo_milenium@hotmail.com

E-mail: reyescruz16@yahoo.com

Hoy en día los procesos electroquímicos son muy utilizados debido a su gran variedad de aplicaciones, un ejemplo de éstas es la recuperación de metales a partir de soluciones de desecho provenientes de la industria radiográfica, de las cuales es posible recuperar plata. En este trabajo se presentan los resultados del proceso de macroelectrólisis de la recuperación de plata, proveniente de las soluciones de los desechos radiográficos generadas en la UAEH, cuando se impone un potencial de celda controlado y se cambia la velocidad de flujo en un reactor rectangular. El estudio de macroelectrólisis mostro que las condiciones hidrodinámicas juegan un papel importante en la recuperación de plata debido a que cuando se incrementa la velocidad lineal de flujo se tiene un mayor porcentaje de recuperación (hasta un 53% en 150 minutos). Así mismo, mostraron que la influencia del flujo en recuperación de plata no se ve afectada con el cambio de la concentración de esta en de la solución.

Palabras claves: plata, recuperación, efluentes, acero inoxidable, reactor electroquímico.

1. Introducción

Actualmente los yacimientos mineros presentan bajos valores de plata, lo que ocasionado que se busquen alternativas económicamente viables para recuperar la plata ya explotada, es por ello, que los procesos electroquímicos surgen como una alternativa, debido a que es posible recuperar la plata a partir de soluciones. La importancia de emplear técnicas electroquímicas para la recuperación de este metal es que es una tecnología limpia. Con esta técnica se tiene un doble beneficio, por un lado la recuperación de plata y por el otro la disminución del impacto ambiental que las soluciones producen por su alta concentración de plata [1].

Por esta razón, es de vital importancia que México al ser un productor de plata, se involucre en el desarrollo de tecnologías propias que le permitan recuperar la plata ya explotada. Por lo cual los efluentes radiográficos son una opción, debido a que poseen una alta concentración de plata incluso mayor a la que se tiene en los yacimientos [2].

Actualmente los procesos electroquímicos son utilizados para recuperar plata a partir de los desechos de la industria radiográfica, debido a su bajo costo de recuperación, sin embargo, las tecnologías actuales no cumplen con los valores mínimos de las normas ambientales para desechos de efluentes de plata de 5 ppm [3].

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del estudio de macroelectrólisis para la recuperación de plata a partir de soluciones de revelado ya agotadas y que son desechos generados en la UAEH, mediante la imposición de un potencial de celda controlado utilizando diferentes velocidades de flujo en un reactor rectangular, con la finalidad de observar la influencia del flujo en la recuperación de plata y cuando se presenta una variación de concentración de plata en las soluciones.

2. Condiciones experimentales

El estudio de macroelectrólisis se realizó en un reactor electroquímico con geometría rectangular, utilizando dos electrodos de acero inoxidable 304 con un área geométrica de 384 cm^2 . Las soluciones empleadas provienen del proceso de revelado del instituto de ciencias de la salud de la UAEH cuyas concentraciones fueron 2400, 1000 y 350 ppm.

Los estudios electroquímicos (no mostrados en este trabajo) para determinar las condiciones de potencial del proceso de reducción de plata se llevaron a cabo en un potenciostato-galvanostato PAR 263A. Mientras que los estudios de macroelectrólisis se realizaron con una fuente de poder GW INSTEK modelo GPR-3510HD, a potencial de celda controlado de 0.8 y 0.5 V en un tiempo de 150 y 120 minutos respectivamente, con velocidades lineales de flujo de: 14, 11.5, 8, 4.5 y 2 $L\text{min}^{-1}$.

Los depósitos de plata que se generaron en las placas de A304 se retiraron mecánicamente y la evaluación de la variación de la concentración de las soluciones empleadas en la macroelectrólisis se realizó en un equipo de espectrofotometría de absorción atómica.

3. Resultados y discusión

La variación en la concentración de plata con respecto a la concentración inicial de 1000 ppm, en función del tiempo de macroelectrólisis, cuando se modifica la velocidad lineal de flujo de 14, 11.5, 8, 4.5 y 2 $L\text{min}^{-1}$, se muestra en la figura 1.

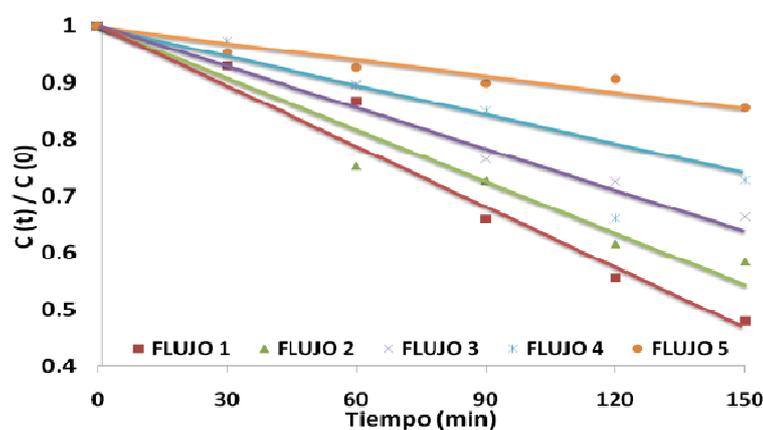


Figura 1. Variación de la concentración normalizada de plata a diferentes velocidades lineales de flujo cuando se aplica un potencial de celda controlado de 0.8V sobre dos electrodos de acero inoxidable 304 durante 150 minutos.

En la figura 1 se observa que para cada velocidad lineal de flujo evaluada existe una disminución de la concentración plata conforme se incrementa el tiempo de macroelectrólisis, así mismo, cuando se incrementa dicha velocidad la disminución de la concentración se ve favorecida a lo largo de la macroelectrólisis.

Este comportamiento es atribuido a que cuando se aumenta la velocidad lineal de flujo se favorece el transporte de masa, reflejándose en el porcentaje de recuperación de plata, el cual fue de 53% para el flujo de 14 Lmin⁻¹(flujo máximo), respecto al 18% de recuperación de plata para el flujo de 2 Lmin⁻¹ (flujo mínimo) en un tiempo de 150 minutos. Esto concuerda con la proporción de depósitos presentes en las placas de acero inoxidable 304.

Los resultados hasta este momento mostraron que es posible recuperar selectivamente plata de las soluciones de revelado, hasta en un 53% cuando se aplica un flujo de 14 Lmin⁻¹. Sin embargo, es importante determinar si se presenta el mismo comportamiento cuando se tiene soluciones de distinta concentración.

Los estudios electroquímicos (no mostrados en este trabajo) arrojaron que el potencial en el cual se lleva a cabo la reducción de plata para la solución menos concentrada (350 ppm) es de 0.5V. Es por ello que se utiliza este mismo potencial para la solución de 2400 ppm y las dos velocidades de 14 y 11.5 Lmin⁻¹, las cuales presentaron la mayor recuperación de plata en el estudio anterior. Los resultados de los estudios a potencial de celda controlado de 0.5V se muestran en la tabla 1 y 2.

Tabla 1 Variación del porcentaje de recuperación de plata para una la solución con concentración de 2400 ppm aplicando un potencial de celda de 0.5V en un tiempo de 120 minutos a una velocidad de 14 y 11.5 Lmin⁻¹.

Velocidad lineal de flujo (Lmin ⁻¹)	Tiempo de macroelectrólisis (min)	% de recuperación de plata
14.0	30	8.34
14.0	60	10.42
14.0	90	12.09
14.0	120	15.63
11.5	30	7.29
11.5	60	9.37
11.5	90	12.5
11.5	120	14.6

En la tabla 1 se observa que el máximo porcentaje de recuperación que se logra es del 15.63% para el flujo de 14 Lmin⁻¹, y para el flujo de 11.5 Lmin⁻¹ fue de 14.6% el cual es ligeramente menor. Mientras que en la tabla 2 se presenta que el máximo porcentaje de concentración que se logra es del 16.07% para el flujo de 14 Lmin⁻¹, y para el flujo de 11.5 Lmin⁻¹ fue de 14.81% el cual al igual que en el caso anterior es ligeramente menor.

Tabla 2 Variación del porcentaje de recuperación de plata para una la solución con concentración de 350 ppm aplicando un potencial de celda de 0.5V en un tiempo de 120 minutos a una velocidad de 14.0 y 11.5 Lmin⁻¹.

Velocidad lineal de flujo (Lmin ⁻¹)	Tiempo de macroelectrólisis (min)	% de recuperación de plata
14.0	30	3.57
14.0	60	6.07
14.0	90	14.29
14.0	120	16.07
11.5	30	1.85
11.5	60	4.81
11.5	90	9.63
11.5	120	14.81

Por otra parte, al comparar los resultados de las tablas 1 y 2 podemos observar que el porcentaje de recuperación cuando se modifica la concentración de la solución y aplicando el mismo potencial de celda y la misma velocidad lineal de flujo es muy similar; para las velocidades lineales flujo de 14.0 y 11.5 Lmin⁻¹ se tiene recuperaciones de 15.63% y 14.60 % (para el caso de 2400 ppm) y de 16.07 % y 14.81 % (para el caso de 350 ppm).

Estos valores de porcentaje de recuperación de plata de las tablas corroborar que el flujo juega un papel muy importante en la recuperación de plata, por lo que, a mayor velocidad lineal de flujo, el proceso de recuperación de plata se ve favorecido.

4. Conclusiones

La velocidad lineal de flujo influye en el proceso de recuperación de plata de manera muy significativa debido a que contribuye a que se realice con mayor facilidad y en menor tiempo la recuperación de este metal.

La recuperación de plata no se ve afectada por la variación de la concentración de esta en soluciones cuando se tiene la misma velocidad de flujo y el mismo potencial en un tiempo de macroelectrólisis de 120 min.

5. Referencias

[1] J.C. Aguirre-Espinosa, V. E. Reyes-Cruz, M. A. Veloz-Rodríguez, resumen 55, resúmenes de la sociedad mexicana de electroquímica, XXIII Congreso SMEQ, Ensenada, México, 1-6 Junio 2008.

[2] A. A .Melo López., “Estudios electroquímicos preliminares en un reactor tipo prensa para la recuperación de Ag proveniente de efluentes de la industria fotográfica y radiográfica”, Tesis de licenciatura, UAEH, México, 2006.

[3] Environment Information From kodak, Eastman Kodak Company, referencia J-212, 1999.