



ANÁLISIS DE COMPONENTES QUÍMICOS DE PILAS DE DESECHO

CHEMICAL ANALYSIS OF COMPONENTS OF WASTE PILES

*B. González Rolón, H.E. Pérez Trejo, *H. Plascencia Mora

*Universidad de Guanajuato Profesor Investigador del Depto. de Ing. Mecánica, DICIS

Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato.

Comunidad de Palo Blanco s/n, C.P. 36885

Carretera Salamanca-Valle de Santiago Km.3.5 +1.8, Salamanca, Guanajuato, México

Tel. 52 (464)6479940 Ext. 2383, 2441

barbara@salamanca.ugto.mx

RESUMEN

Pilas de desecho comerciales de carbón y de plata-óxido de zinc se analizaron para determinar la composición química para su posterior reciclaje mediante su utilización como materia prima, los resultados muestran que es posible utilizar los componentes de estos sistemas para aplicaciones en sistemas tecnológicos.

Palabras clave: Pilas, Desecho, Reciclaje, Sistemas Tecnológicos

SUMMARY

Wasted commercial Carbon and Silver– Zinc Oxide batteries were analyzed to determine their chemical composition, this for their future recycling by using them as raw materials. The results show that batteries' components can be used in several applications in technological systems.

Keywords: Batteries, Recycling, Technological Systems, Waste.

INTRODUCCION

Actualmente los desechos generados por las diversas actividades del hombre, crean contaminación en el medio ambiente. En los últimos 43 años en el territorio nacional se han liberado al ambiente aproximadamente 635,000 t de pilas de zinc-carbono, con lo que se han liberado al ambiente aproximadamente 145,918t de MnO₂, 1,232 t de Hg, 22,063 t de Ni, 20169 t de Cd, 77,000t de compuestos de litio (Li), estos datos representan aproximadamente 189,382 t de materiales tóxicos en el periodo de 1960 a 2003 (Castro, 2004). Es importante señalar que metales como el mercurio y cadmio, no



se transforman con la incineración, lo que provoca que sean emitidos a la atmósfera en forma de vapor, o que metales como el plomo, pueden concentrarse en las cenizas producto de la incineración.

Las pilas y baterías son sistemas electroquímicos con gran aplicación en muchas de las actividades del hombre, para que estas sean eficientes en cada una de las aplicaciones es necesario que suministren diferentes potenciales, por ello su composición química varía. Algunos ejemplos de estas son la pila primaria (pila seca ácida) que convierte energía química en eléctrica mediante un proceso irreversible, el potencial de esta celda es de 1.5 volts, aproximadamente. (Pierce, 1981). En la versión alcalina de la pila seca, el NH_4Cl se reemplaza por KOH , las pilas alcalinas proporcionan mayor rendimiento y el potencial desarrollado es de 1.54 Volts (Brown, 1987). En las pilas de botón no hay cambios en la composición del electrolito durante la operación de la celda (en la reacción global de la celda tan solo participan sustancias sólidas), la pila de mercurio suministra un voltaje más constante (1.35 V) que la celda seca (Raymond, 2007). En la pila de zinc-óxido de plata ($\text{Zn-Ag}_2\text{O}$) el material activo en el cátodo es óxido de plata y en el ánodo es zinc el electrolito está saturado con KOH y al no intervenir en la reacción, la cantidad necesaria es la suficiente para permitir el transporte eléctrico, por lo que basta una cantidad muy pequeña. Además, como en la reacción global no hay involucrada ninguna especie en disolución, los electrodos pueden mantenerse muy próximos entre sí. El potencial desarrollado de la pila es 1,85 V. Su capacidad es 6 veces mayor que la de un acumulador de plomo del mismo tamaño. Estas pilas se pueden construir muy pequeñas (Varón, 2009).

Actualmente al final de la vida útil de las pilas los métodos empleados para la eliminación de estas son, disposición final sin ningún tratamiento en los rellenos sanitarios, aplicación de procesos de estabilización química y micro-encapsuladas para ser almacenadas en depósitos de seguridad, trituración de la pila sin separación física de los componentes. En el primer método las condiciones a cielo abierto y al estar mezcladas con desechos orgánicos e inorgánicos las sustancias de las pilas se liberan y producen alta contaminación, el segundo método aunque se logra la estabilización química lo que evita posteriores reacciones y contaminación el proceso es muy costoso, además no todos los rellenos sanitarios cuentan con un buen almacenaje de pilas, en el tercer método la trituración sin previa separación de los componentes también produce contaminación. El objetivo de esta investigación es la de lograr recuperar cada uno de



los componentes de la pila con un mínimo de tratamiento químico para su reciclaje posterior, los resultados que se obtengan de esta investigación deberán lograr el método que sea accesible para ser implementado y sea autosustentable para lograr el objetivo.

Materiales y Métodos

La caracterización de pilas ácidas y básicas de desecho, se realizó para conocer los componentes y el grado de deterioro físico y químico, para ello se recuperó cada uno de los componentes en un dispositivo mecánico (Rueda, 2010) después se aplicaron técnicas químicas de limpieza a cada uno de los componentes.

Componentes de una pila ácida de desecho tipo AA:

La pila ácida se encontró compuesta por un recubrimiento de acero fig.1 (a), el cual protege a una lámina de zinc en forma de cilindro (b).

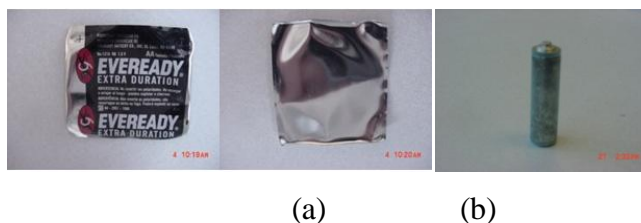


Fig.1 (a) Recubrimiento de acero, (b) Cilindro de Zn de la pila ácida de desecho tipo AA.

En el cilindro de Zn se encontró una pasta acuosa de cloruro de amonio (NH_4Cl), cloruro de zinc (ZnCl_2), dióxido de manganeso (MnO_2) y grafito en polvo fig.2.



Fig. 2 Pasta NH_4Cl , ZnCl_2 , MnO_2 y grafito de la pila ácida de desecho tipo AA.

Los polos positivo y negativo de la pila ácida son de latón y están sobrepuestos en sus polos respectivos y sujetos por la carcasa.

El cátodo es una barra de grafito en la cual a su alrededor se encuentra el MnO_2 y el grafito en polvo. La barra de grafito se encuentra ensamblada en el polo positivo de la pila.



Fig. 3 Barra de grafito de una pila ácida de desecho tipo AA.

La pila básica de carbón se encontró compuesta por una carcasa de acero (a), que protege a un tubo de papel (b) lleno de pasta (c) fig. 4.



Fig.4 (a) Carcasa de acero (b) Tubo de papel (c) Pasta de la pila básica tipo AA.

La pasta compuesta por MnO_2 y grafito se pulverizó para extraer el tubo de papel con Zinc fig.5



Fig.5 Pasta de MnO_2 y grafito de la pila básica tipo AA.

Los polos positivos y negativos de la pila básica son de latón. El polo negativo presenta una extensión en forma de barra la cual está en contacto con la pasta de zinc fig. 6.



(a) (b)

Fig.6 (a) Polo positivo (b) Polo negativo, con extensión de la pila básica tipo AA.

El Manganeseo en la pasta de la pila ácida de desecho, se identificó como óxido manganeso mangánico (Orozco, 1977). Se tomó 1 gr. de la pasta a la cual se le agregó agua destilada y se le sometió a agitación magnética durante algunos minutos, después se dejó reposar y posteriormente se decantó, al líquido se le agregaron unas gotas de agua oxigenada (H_2O_2) y de amoníaco (NH_3), esta mezcla se puso en baño maría



durante 15 minutos a una temperatura de 30 °C, después se dejó enfriar formándose un precipitado amarillo el cual se filtró, el filtrado se lavó con agua destilada caliente la cual contenía unas gotas de amoníaco. El precipitado se calcinó con el papel filtro a 1200°C hasta obtener el Mn_3O_4 de color café claro.

Para determinar la composición química del latón que compone los electrodos de la pila ácida tipo AA, se tomó una muestra de 0.0176 g del latón y se colocó en un matraz erlenmeyer, a la muestra se le agregaron 2 ml de ácido nítrico concentrado HNO_3 y 2 ml de ácido clorhídrico HCl , hasta la disolución de la muestra. La solución obtenida se puso a evaporar hasta sequedad en baño maría al residuo obtenido se le agregó una mezcla de 25 ml de agua destilada y 0.83 ml de ácido sulfúrico, la solución obtenida se llevó a ebullición a esta temperatura se le hizo pasar una corriente de ácido sulfhídrico H_2S , hasta que se formó un precipitado de sulfuro de cobre el cual se filtró y se calcinó a 1300 °C para obtener CuO .

El filtrado que contiene todo el zinc se evaporó a la mitad y se neutralizó directamente con carbonato de sodio, el carbonato de sodio se agregó hasta obtener un precipitado de carbonato de zinc el cual se filtró y se calcinó a 1250°C hasta obtener el ZnO .

La caracterización de las pilas de botón de desecho de óxido de plata-zinc, tipo SONY S R626SW, Pila A.RENATA 389, Pila AG13 (alcalina), Pila Sony SR626SW, se realizó a partir de la separación de los componentes por métodos químicos los cuales se publicarán próximamente.

A continuación presentamos fotomicrografías hechas en el microscopio invertido Zeiss 200 MAT, de cada una de las partes de cada tipo comercial de pila de botón de desecho de ZnO -Ag analizadas.

La fig.7, muestra el Hg mezclado con ZnO contenido en el ánodo de la pila de botón de desecho, A.RENATA 389 (ZnO -Ag).



Fig. 7 Ánodo de pila Renata 389 (ZnO -Ag) 10x.



La fig.8, muestra el ánodo de ZnO mezclado con Hg y el cátodo de Ag mezclada con MnO_2 de la pila AG13 (alcalina de ZnO-Ag).

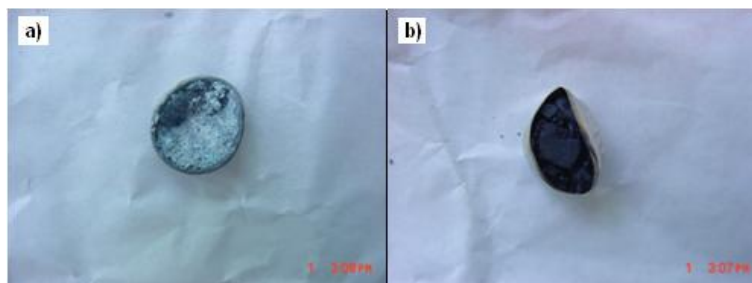


Fig. 8 (a) Ánodo (b) Cátodo de una pila alcalina tipo botón.

En la fig, 9 se muestra el ánodo de la pila AG13 (alcalina de ZnO-Ag), donde se observa la presencia del Hg disperso en el ZnO.



Fig. 9 Ánodo de la pila tipo botón AG13(alcalina de ZnO-Ag) 10x.

Resultados y discusión.

La pasta de la pila de desecho ácida tipo AA, se caracterizó en un microscopio electrónico FEI Mod.1 Quanta 2003d de doble haz electrónico, el TEM/EDS se utilizó para mapear el perfil de concentraciones en la pasta el resultado del análisis se muestra en el espectro de la fig. 10 (b) y en la tabla 1.

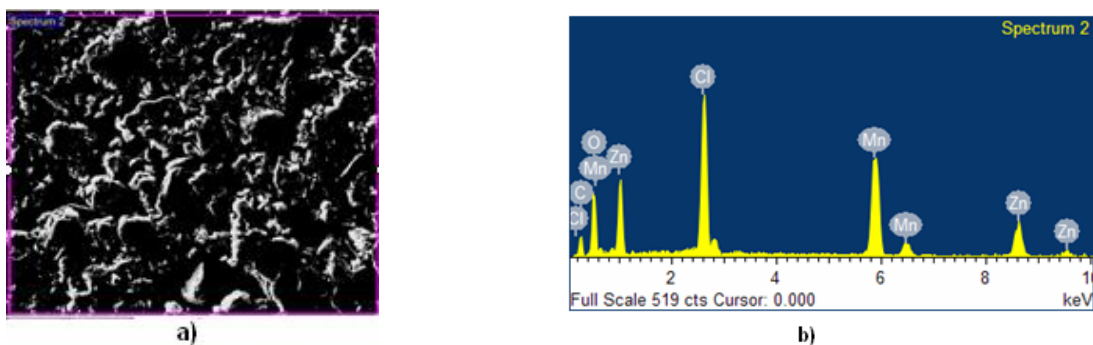


Fig.10 (a) Imagen de la mezcla de componentes que forman el electrolito 3000x. (b) Espectro de los componentes químicos de la mezcla electrolítica de una pila de desecho ácida tipo AA.

Para el procesamiento del espectro, no se omitieron picos

Opciones de procesamiento: Todos los elementos analizados (Normalizados)

Número de iteraciones= 5

Standard:

C CaCO₃

O SiO₂

Cl KCl

Mn Mn

Zn Zn

Tabla 1 Composición química de la pasta de una pila de desecho ácida tipo AA

| Elemento | % W | % at |
|----------|-------|-------|
| C | 25.07 | 44.27 |
| O | 26.49 | 35.11 |
| Cl | 13.21 | 7.9 |
| Mn | 20.9 | 8.07 |
| Zn | 14.13 | 4.65 |

La mezcla del electrolito en polvo de la pila básica tipo AA se caracterizó en el microscopio electrónico FEI Mod.1 Quanta 2003d de doble haz, el TEM/EDS se utilizó para mapear el perfil de concentraciones en el electrolito el resultado del análisis se muestra en el espectro de la fig. 11 (b) y en la tabla 2.

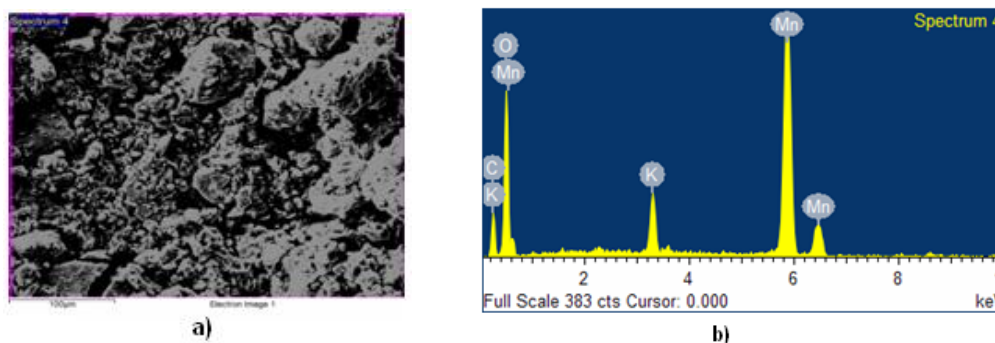


Fig.11 (a) Mezcla de componentes que forman el electrolito 3000x. (b) Espectro de los componentes químicos de la mezcla electrolítica de una pila de desecho básica tipo AA.

Para el procesamiento del espectro, posible pico omitido para 2.310 keV
Opciones de procesamiento: Todos los elementos analizados (Normalizados)

Número de iteraciones= 5

Standard:

C CaCO₃

O SiO₂

K MAD-10 Feldspar

Mn Mn

Tabla 2 Composición química del cátodo de una pila básica de desecho.

| Elemento | %W | % at |
|----------|-------|-------|
| C | 18.70 | 32.56 |
| O | 38.77 | 50.69 |
| K | 3.62 | 1.94 |
| Mn | 48.98 | 14.82 |

Del resultado del análisis cuantitativo a las muestras de latón se encontró que la composición química es 97.65 % Cu y 2.35 % Zn.

Del estudio cualitativo realizado a diferentes tipos de pilas de desecho, se encontraron en la pila ácida AA altas cantidades de dióxido de manganeso (MnO₂), Cloruro de amonio (NH₄Cl), Cloruro de zinc (ZnCl₂), lámina de Zn y altas cantidades de Hg y latón de alta temperatura.

Conclusiones

Se lograron los objetivos de la investigación porque se pudieron obtener cada uno de los componentes de las pilas de desecho estudiadas aunque se hará más investigación para las pilas de botón, se concluye que la degradación mecánica es nula y la química es



baja, con lo que estos materiales podrán ser reutilizados en diversos procesos industriales como son galvanizados, aleaciones, electrodos, fabricación de aceros, obtención de pinturas y en la decoloración del vidrio además de otros posibles procesos, con ello se evitará la contaminación por estos dispositivos al medio ambiente.

REFERENCIAS

Castro, J. and Díaz, M.L. (2004). Contaminación por pilas y baterías en México. Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global.

Fernando, O. D. (1977). Análisis químico cuantitativo. P. 102-135 9^a.ed. Porrúa S.A (Eds.).

James, B. P. (1981). Química de la materia. P. 528-529. 6^a ed. Publicaciones Cultural S.A (Eds.).

Kennet, W., Gailey, D., Raymond, E., Davis. (1992). Química general. p. 611. 3^a. ed. McGraw-Hill (Eds.).

Raymond, C. (2007). Química. P. 839-842 9^a. ed. McGraw-Hill (Eds.).

Rueda, F. F. (2010). Tesis (licenciatura). Diseño de un Sistema Automático para Clasificación y Apertura de Pilas de Desecho. FIMEE Universidad de Guanajuato, (por publicarse).

Theodore, L. B., Eugene H. L, JR. (1987). Química la ciencia central. p.583. 3^a.ed. Prentice Hall (Eds.).

Varón, R. (2009). Pilas utilizadas en la Técnica. Escuela Politécnica Superior de Albacete Departamento de Química Física.