

Variante tecnológica para la incorporación de desechos de mezclas a la producción de baterías Zn-C R20 "D"

Technological option for the incorporation of mixed waste to the production of batteries Zn-C r20 "D"

Autores: Dr. J.M. Ameneiros Martínez, Lic. Jorge Luis Cáceres Chacón.
Centro de Estudios de Ingeniería de Procesos. Facultad de Ingeniería Química. CUJAE. La Habana, Cuba.

E mail amen@quimica.cujae.edu.cu

Resumen

Nuestro país cuenta con una planta productora de baterías del tipo comúnmente conocido como pilas secas. Las características de estos dispositivos ya han sido estudiadas por contener materiales nocivos al medio ambiente y a la salud. La mezcla depolarizante, uno de los materiales fundamentales en su composición, tiene componentes químicos que producen en la biota efectos negativos y son causantes de enfermedades irreversibles en plantas y animales, incluyendo el hombre. La generación de los desechos de estas mezclas es preocupante y de no detenerlos con la tecnología vigente, esta producción resulta poco sustentable y comprometedor para las futuras generaciones. Es por ello que este trabajo tuvo como objetivo establecer una variante tecnológica que minimizara los desechos de mezclas generados en la producción de baterías.

Para ello se aplicó una variante de formulación obtenida por la combinación e estos desechos con una mezcla nueva ya estudiada en los procesos técnicos productivos. Esta alternativa brindó una solución viable permitiendo reincorporar estos desechos de mezclas viejas a la producción. Esta variante además muestra la posibilidad de combinar los sistemas electroquímicos NH_4Cl y ZnCl_2 para producir una pila con servicios para descargas fuertes, de buena calidad y consumir en menos tiempo las mezclas de desecho para la fabricación de baterías Zn-C R20 tipo "D".

Abstract

Our country has a factory producing batteries of the type commonly known as dry cells. The characteristics of these devices have already been considered to contain materials harmful to the environment and health. Depolarizing mixture, one of the key materials in composition, has chemical components that produce negative effects on biota and are causing irreversible diseases in plants and animals, including man.

The generation of waste from these mixtures is to stop worrying and not with current technology, this production is not very sustainable and committed to future generations. That is why this study aimed to establish a technological alternative that would minimize the mixing waste generated in the production of batteries.

This was done using a variant of formulation obtained by the combination and this waste with a new mixture and studied in the technical processes of production. This provided a viable alternative allowing these waste mixtures reinstate the old production. This variant also shows the possibility of combining electrochemical systems NH_4Cl and ZnCl_2 to produce a cell with strong download services, good quality and less time consuming in mixtures of waste to produce Zn-C batteries R20 "D".

Palabras Clave: DESECHOS; BACTERIAS; SALUD HUMANA

INTRODUCCIÓN

Nuestro país cuenta con una planta productora de baterías del tipo comúnmente conocido como pilas secas. Las características de estos dispositivos ya han sido estudiadas por contener materiales nocivos al medio ambiente y a la salud. En su composición la mezcla depolarizante es uno de los materiales fundamentales y ella contiene componentes químicos que producen en la biota efectos negativos y son causantes de enfermedades irreversibles en plantas y animales, incluyendo el hombre. Desde su entrada en operación en la década del 60 los desechos de mezclas generados en dicha instalación se han ido acumulando en almacenes concebidos al efecto en donde han envejecido y han ocupado sistemáticamente espacio. No se han podido disponer adecuadamente los mismos al no existir en el país una instalación con las condiciones adecuadas para ello y no contar en la planta con un repositorio de seguridad para la misma.

La generación de los desechos de estas mezclas es preocupante y de no detenerlos con la tecnología vigente, esta producción resulta poco sustentable y comprometedor para las futuras generaciones. Es por ello que este trabajo tuvo como objetivo establecer una variante tecnológica que minimizara los desechos de mezclas acumulados y generados en la producción de baterías.

DESARROLLO

Se abordó como primera tarea la determinación del inventario de desechos existente en almacenes. Este inventario arrojó los siguientes resultados:

Inventario de Desechos

1. Mezcla: Contiene óxido de manganeso (IV), óxido de zinc, cloruro de zinc, bicloruro de mercurio, cloruro de amonio y negro de acetileno. En existencia 30 toneladas. Almacenadas en bolsas de polietileno y cajones de madera.
2. Defectivo de pilas brutas y acabadas: En existencia 9500 U. Almacenadas en bolsas de polietileno y cajones de plástico.

Se procedió entonces a caracterizar dichas mezclas. Para ello se tomaron 25 muestras, una por cada tonelada de muestra reutilizable (24 toneladas) y una muestra 25 que se conformó como composite de las muestras 6, 14 y 22. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla de manera global:

Tabla # 1: Caracterización de las mezclas

Parámetro	Composición
Humedad	15,28 – 20,05 % (BH)
Potencial	1,539 – 1,565 volts
pH	5,3 – 5,8
MnO ₂	68,72 – 75,65 %

Impurezas presentes

Pb: Menor de 2,5. 10⁻⁴ %
Fe: 0,011 %
Cu: 1,0. 10⁻³ %

Por razones tecnológicas en la planta se cambió la tecnología hace algunos años y ello implicó la modificación en la composición de la mezcla depolarizante utilizada.

La composición química de las mezclas utilizadas se muestra comparativamente en la siguiente tabla:

Tabla # 2: Composición química comparada de la mezcla vieja y la mezcla actual empleada.

No.	Componente	% MV	% MN
1	Negro acetileno	7,70	11,02
2	Dióxido de Mn natural	55,80	-
3	Dióxido de Mn sintético	-	19,14
4	Dióxido de Mn electrolítico	-	28,71
5	NH ₄ Cl depolarizante	13,00	1,50
6	Oxido de Zn	0,33	0,60
7	Electrolito Líquido	23,17	39,03
	TOTAL	100	100

Leyenda:

MV: mezcla vieja.

MN: mezcla actual empleada.

Tal y como se aprecia desde el punto de vista químico ambas mezclas son muy similares, señalándose como las principales diferencias las cantidades relativas de los componentes y la sustitución del dióxido de manganeso natural por dióxido de manganeso de otras fuentes en la mezcla actual empleada. Por ello se decidió proceder a estudiar la posibilidad de reciclar en el mismo proceso productivo las cantidades de mezcla vieja que se encuentran almacenadas y en buen estado de conservación. en virtud de comprobar tal posibilidad se estudiaron 9 variantes de formulación de mezcla que se recogen en la siguiente tabla:

Tabla #3: Relación de composición de la mezcla combinada en las variantes propuestas.

Variante	Razón Mezcla Vieja/Mezcla Nueva (%)
1	100:0
2	100:0 con electrolito líquido añadido
3	50:50
4	90:10
5	80:20
6	70:30
7	10:90
8	20:80
9	30:70

Obsérvese que la variante 1 es simplemente la mezcla vieja tal y como se encuentra almacenada y que la variante 2 es la misma mezcla vieja humectada con electrolito líquido tal y como se procede en la actualidad. Las demás variantes nacen de combinar porcentualmente mezcla vieja almacenada con mezcla actual recién

producida.

En función de estas composiciones se procedió a la fabricación de baterías utilizando mezclas con la composición señalada en la tabla anterior. Las batería que se produjeran a partir de dichas mezclas tenían que cumplir como primer requisito que ofrecieran una respuesta eléctrica adecuada.

Con este fin se realizó un muestreo en la línea de ensamblaje a 10 unidades por cada variante según se muestra en la Tabla 4.

Tabla # 4: Pruebas técnicas de descarga realizadas para comprobar calidad de las pilas fabricadas.

Descarga continua	90 unidades
Descarga continua (1 mes)	90 unidades
Descarga continua (2 meses)	90 unidades
Descarga Intermitente	
Radio	36 unidades
Linterna	36 unidades
Grabadora	36 unidades
TOTAL	378 unidades

Los resultados de cada prueba técnica se recogen en la Tabla 5 para descarga continua y en la Tabla 6 para descarga intermitente.

Tabla # 5: Comportamiento de los valores promedio en descarga continua

Variante	Tensión inicial batería (V)	Intensidad Inicial (A)	Tiempo descarga (min)	Tiempo descarga (1 mes de almacenaje) min	Tiempo descarga (2 meses de almacenaje) min
1	1,567	5,74	222	179	120
2	1,598	5,82	254	192	166
3	1,604	7,42	324	270	263
4	1,599	7,00	302	298	270
5	1,619	7,22	325	324	252
6	1,629	7,60	347	314	304
7	1,623	8,12	440	409	360
8	1,652	8,46	448	416	413
9	1,645	8,68	439	399	360

Tabla # 6: Comportamiento de los valores promedio en descarga intermitente.

Variante	Linterna 2,2 W		Grabadora 37,5 W		Radio 60 W	
	t (min)	Vcorte (V)	t (h)	Vcorte (V)	t (h)	Vcorte (V)
1	225	1,282	10	1,258	65	1,154
2	255	1,261	12	1,217	80	1,101
3	270	1,273	18	1,237	118	1,129
4	285	1,265	22	1,210	130	1,046

5	315	1,255	25	1,201	155	1,076
6	360	1,228	29	1,205	162	1,113
7	435	1,261	32	1,201	170	1,147
8	540	1,192	37	1,207	188	1,126
9	405	1,265	30	1,217	170	1,108

En la prueba de descarga intermitente se aplicaron los siguientes regímenes de descarga:

En Radio: 4 horas/día

En Linterna: 15 min a intervalos de 30 min

En Grabadora: 1 hora/día

Como se aprecia de la tabla anterior los mejores valores de respuesta eléctrica son arrojados por las variantes 7, 8 y 9 por lo que se decide continuar el trabajo atendiendo a estas formulaciones.

Un elemento importante en la evaluación de la respuesta eléctrica de las baterías fabricadas en estas experiencias viene dado por su comparación con las baterías que se encuentran comúnmente en el mercado. De acuerdo a lo anterior se decidió entonces verificar los resultados de respuesta eléctrica de las baterías fabricadas con la composición de mezcla correspondiente a las variantes 7, 8 y 9 con baterías de la marca Varta, Eveready, Philips, Cegasa y Panasonic. Dicho resultado se muestra en la Tabla 7.

Tabla # 7: Comparación de las Formulaciones 7, 8 y 9 con similares del mercado

Marca	Desc. Continua (min)	Desc. Intermitente Linterna (min)
VARTA	360	377
EVEREADY	355	369
PHILIPS	340	313
CEGASA	390	600
PANASONIC	355	347
7	440	435
8	448	540
9	439	405

Se observa que las tres variantes de formulación estudiadas tienen una respuesta eléctrica superior a la de las baterías con presencia en el mercado.

Siguiendo lo desarrollado hasta este punto ha quedado claro que desde el punto de vista medio ambiental las variantes propuestas son promisorias al reciclar en el mismo proceso productivo los desechos de mezclas acumulados. Si se presta atención a la respuesta eléctrica de las baterías sólo resultan de interés las variantes 7 (10:90), 8 (20:80) y 9 (30:70) de dónde se demuestra que la máxima proporción de mezcla vieja que puede reciclarse en el mismo proceso productivo no debe exceder el 30% de la masa total de mezcla en cada templa. Absolutizando únicamente la respuesta técnica como elemento definitorio el juicio de los especialistas se inclina por la variante 8. No obstante para dar la definitiva recomendación industrial se realizó un análisis económico. Los resultados de dicho análisis económico se muestran en la Tabla 8.

Análisis Económico

Se parte de procesar 25 toneladas de mezcla vieja en todos los casos. Se determinó de acuerdo a la formulación qué cantidad de mezcla nueva se incorporaría en cada opción y se calculó cuál sería el costo de utilizar el mismo total de mezcla nueva en la fabricación de baterías.

Tabla # 8: Resumen Análisis Económico

Materiales	Consumo	Pilas prod.	Costo total (\$)	Diferencia (\$)
10 % m. vieja 90 % m. nueva	25 ton 225 ton	4615385 U	646153.85	92307,69
Mezcla Nueva	250 ton	4615385 U	553846.15	
20 % m. vieja 80 % m. nueva	25 ton 100 ton	2307692 U	323076.92	46153,85
Mezcla nueva	125 ton	2307692 U	276923.08	
30 % m. vieja 70 % m. nueva	25 ton 58,33 ton	1538462 U	215384,62	30769,23
Mezcla nueva	83,33 ton	1538462 U	184615,38	

Según se aprecia en la tabla anterior en la última columna se refleja el aumento de costo que origina la introducción de cada variante para la producción de las baterías partiendo siempre de 25 toneladas de mezcla vieja en cada templa. Puede observarse que el menor diferencial de costo es introducido por la variante 9 al sólo incrementar en \$ 30769, 23 el costo de la producción lo que equivale a elevar sólo en dos centavos el costo por unidad de producto.

Hay otro elemento adicional que resulta de interés y está ligado al objetivo inicial del trabajo acerca de la eliminación de los residuos sólidos almacenados. Si se trabaja con la variante 9 disminuye considerablemente el tiempo de permanencia de dichos residuos en almacén pues estos son incorporados en proporción de un 30% al proceso productivo.

Por todo lo anterior se propone como vía de solución la incorporación de la mezcla vieja al proceso según la variante 9 pues aporta una respuesta eléctrica, sino la mejor, si lo suficientemente competitiva con los productos disponibles en el mercado, incrementa en menor medida el costo de producción de las baterías para cada 25 toneladas de mezcla vieja incorporada y posibilita la reducción más rápida de la mezcla almacenada en la industria.

CONCLUSIONES

Las variantes 7, 8 y 9 ofrecen una respuesta eléctrica adecuada, destacándose en este sentido la variante 8. Sin embargo, desde el punto de vista económico y medio ambiental se prefiere la variante 9, pues es menor el diferencial de costo y agotaría en menor tiempo los desechos peligrosos acumulados. Por ello se decide proponer para su introducción la opción 9 con las siguientes ventajas:

- La alternativa tecnológica permite aprovechar los desechos de mezclas viejas acumulados.
- Se recupera la pérdida económica originada por el no consumo de mezcla depolarizantes.
- Es posible combinar de forma controlada los sistemas electroquímicos NH₄Cl y ZnCl₂ para la fabricación de pilas secas R20 Zn-C "D"

- Se minimizan en menor tiempo los desechos acumulados y el impacto negativo sobre el medioambiente que tiene el almacenamiento de los mismos.

Se impone una revisión en la planta de las normativas técnicas de producción frente a los resultados de este trabajo.

Bibliografía:

1. VARTA. Formulación Mezclas Depolarizantes. The Battery Experts, 1998.
2. Otten, L. Integrated Solid Waste Management: Workshop. University of Guelph-Havana City. 2002.
3. Tchobanoglous, et al.; Integrated Solid Waste Management" Editorial Mc Graw Hill. New Cork, 1993.
4. Yap, N. Cleaner Production Workshop. University of Guelph-Havana City. 2003.