

Influencia de los iones metálicos de Pb, Zn, As, Sb y Ag en la activación natural de la esfalerita durante la flotación de plomo-plata

INFLUENCE OF Pb, Zn, As, Sb AND Ag METALLIC IONS ON THE NATURAL SPHALERITE ACTIVATION DURING LEAD-ZINC ORE DRESSING

Ángel Azañero O.¹, Pablo Núñez J.², Vidal Aramburú R.¹

RECIBIDO: 29/10/2013– APROBADO: 30/11/2013

RESUMEN

El trabajo de investigación se basa fundamentalmente en estudiar los iones Pb, Zn, As, Sb y Ag y su influencia en la activación de la esfalerita durante la flotación del plomo, cuando hay este problema, se contamina el concentrado de plomo y disminuye el zinc en su circuito.

Se ha trabajado con tres muestras de minerales con diferentes grados de activación del zinc, los resultados indican que el contenido de iones As requiere más investigación para aclarar si es o no causante de la flotación natural del zinc, y las sales solubles de Pb, Zn, Sb y Ag no influyen en la activación natural de la esfalerita.

Palabras clave: Activación de la esfalerita; influencia de los iones Pb, Zn, As, Sb y Ag

ABSTRACT

The subject study deals on the effects which Pb, Zn, As, Sb and Ag ions may exert on accelerating chemical reaction of sphalerite on lead flotation. If this action occurs lead concentrate is contaminated and also it decreases the zinc recovery of the zinc circuit.

Three different ore samples at various degrees of zinc activation were used to analyze this problem. Results show that further investigation is required to find out whether or not the activation of zinc is due to the contained As ions or due to soluble metal salts of Pb, Zn, Sb and Ag.

Key words: Sphalerite activation, Influence of Pb, Zn, As, Sb and Ag metal ions.

* Docentes de la EAP de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
E-mail: aazaneroo@unmsm.edu.pe; pablonunez@terra.com.pe; vidalaramburu@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

En el beneficio de minerales de plomo, plata y zinc, se debe obtener concentrados con bajos contenidos de contaminantes, donde el concentrado de plomo-plata debe tener mínimos tenores de zinc y a la vez el concentrado de zinc debe tener mínimo contenido de plomo, usualmente para flotar la esfalerita se debe activar previamente con reactivos específicos y el reactivo más usual es el sulfato de cobre, no obstante hay minerales donde al flotar el plomo-plata, el zinc flota en este circuito sin haber adicionado activador, en consecuencia estos minerales presentan una activación natural, debido a la presencia de sales solubles en el mineral o en el agua de tratamiento, entonces se debe investigar las causas que la originan para atenuar el desplazamiento indebido del zinc al concentrado de plomo, en esta investigación se estudian los iones de Pb, Zn, As, Sb y Ag, y su efecto en la activación de la esfalerita.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Aspectos fundamentales del procesamiento de minerales de plomo, plata y zinc por flotación diferencial o selectiva

Los minerales polimetálicos sulfurados de plomo plata y zinc, durante la flotación selectiva, los podemos dividir en

- Minerales que no presentan problemas de selectividad y son dóciles al proceso de flotación, produciendo concentrados de plomo y zinc de buena ley y con altas recuperaciones, con bajo contenido de Zn en el concentrado de plomo y viceversa (Fuerstenau D. 1976).
- Minerales que tienen activación natural de esfalerita, impidiendo su depresión durante la flotación del plomo y plata, produciendo
 - a. concentrado de plomo con alto contenido de zinc, los cuales reciben castigos económicos altos durante la comercialización del concentrado.
 - b. El contenido elevado de zinc en el concentrado de plomo será perjudicial en el proceso posterior de extracción del plomo.
 - c. Menos zinc en su concentrado.

2.2. Flotación de sulfuros de plomo y zinc

Consta de las siguientes etapas:

- Flotación del plomo deprimiendo simultáneamente la esfalerita y pirita
- Activación y flotación de la esfalerita, deprimiendo nuevamente la pirita

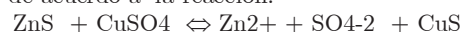
2.3. Flotación plomo, depresión de la esfalerita y pirita

Se realiza a pH natural o levemente alcalino con depresión simultánea de los sulfuros de zinc y sulfuros de hierro, con reactivos químicos específicos (American Cyanamid Company 1976).

Durante la flotación del plomo, la esfalerita y la pirita deben permanecer deprimidas.

2.4. Activación de la esfalerita con depresión simultánea de pirita

Para flotar la esfalerita hay que activarla con sulfato de cobre, de acuerdo a la reacción:



Simultáneamente se deprime la pirita, con cal u otro modificador, a pH 10–12 (Sutulov A. 1963).

2.5. Activación natural de la esfalerita

En minerales que no presentan el problema de activación natural de sulfuros de zinc, se puede controlar con mezclas o algunos de los reactivos siguientes: ZnSO_4 , cianuros, bisulfitos, carbonato de calcio y sulfuro de sodio.

Las mezclas $\text{NaCN} - \text{ZnSO}_4$ y el Na_2CO_3 pueden controlar parcialmente la esfalerita activada (Marsden J. 1996). En minerales con activación significativa, el efecto depresor dura muy poco tiempo, en estos casos no es posible controlar adecuadamente el desplazamiento del zinc al concentrado de plomo, por lo que requiere un estudio cuidadoso de estos minerales.

III. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se ha realizado pruebas de flotación con 3 minerales, que presentan activación natural de la esfalerita, de acuerdo al siguiente diseño experimental:

- Caracterización mineralógica
- Pruebas de flotación diferencial plomo/zinc.
- Análisis químico de los productos de flotación
- Análisis químico de pulpas de flotación (soluciones)
- Cuantificar el contenido de iones: Pb, Zn, As, Sb y Ag, antes y después de flotar el plomo-plata y su influencia en los resultados de flotación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización mineralógica

Mineral A- FIG 1, 2, 3, 4

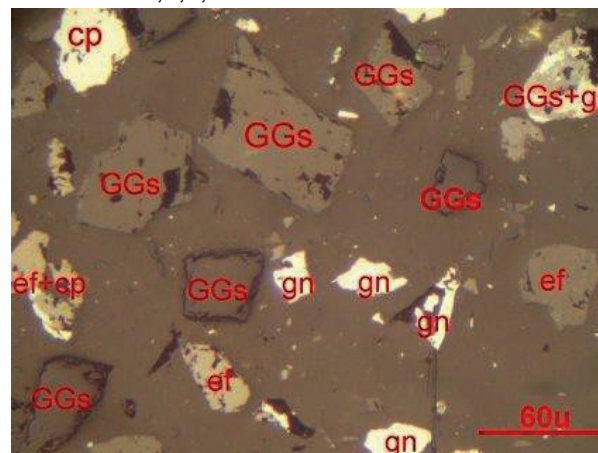


Figura N.º 1. Partículas libres de calcopirita (cp), de galena (gn), de esfalerita (ef) y de gangas (GGs); además partículas entrelazadas de esfalerita con calcopirita (ef+cp) y Gangas con galena (GGs+gn). Magnificación: 200X

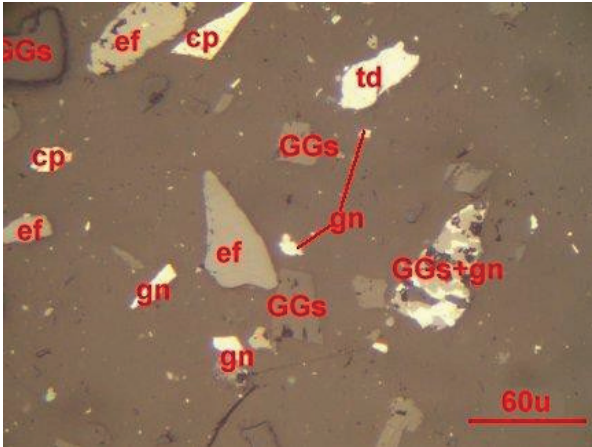


Figura N.º 2. Partículas libres de galena (gn), calcopirita (cp), de tetraedrita (td), de esfalerita (ef) y de gangas (GGs); además de ellas están las partículas entrelazadas de galena con la ganga (GGs+gn) Magnificación: 200X.

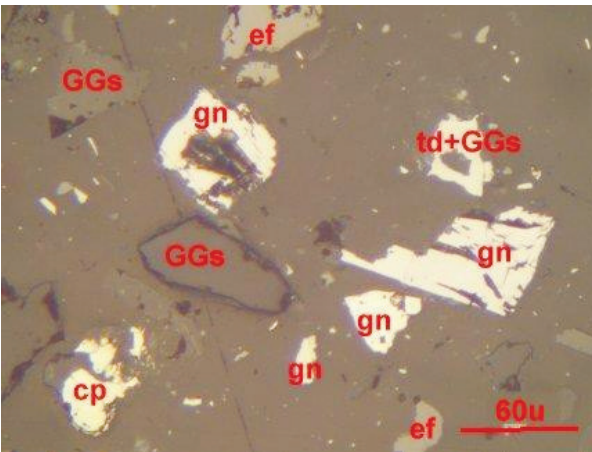


Figura N.º 3. Partículas libres de galena (gn), de calcopirita (cp), de esfalerita (ef), de tetraedrita (td) y de gangas (GGs); además de ellas están las partículas entrelazadas de tetraedrita con la ganga (td+GGs) Magnificación: 200 X

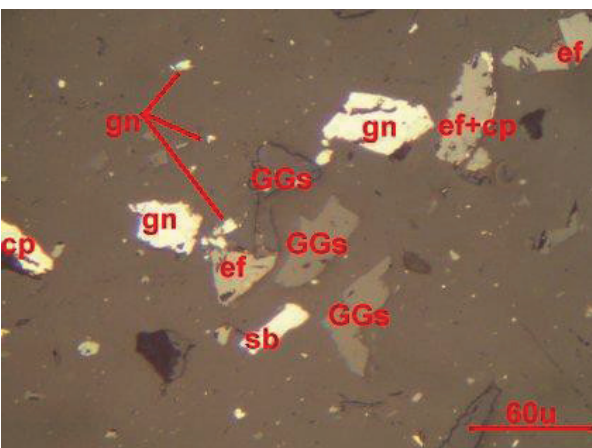


Figura N.º 4. Partículas libres de galena (gn), calcopirita (cp), de esfalerita (ef), de estibina (sb) y de gangas (GGs). Las otras partículas son las entrelazadas de la esfalerita con la calcopirita (ef+cp). Magnificación: 200X

Mineral B- FIG 1, 2, 3, 4



Figura N.º 5. Granos libres de calcopirita (cp), pirita py y esfalerita.



Figura N.º 6. Granos libres de pirita, pirrotita y esfalerita. Granos mixtos de pirita/pirrotita.



Figura N.º 7. Granos libres de pirita, esfalerita. Granos mixtos de pirita/esfalerita.



Figura N.º 8. Granos libres de pirita (py). Mixtos de esfalerita/covelita/estannita (ef/cv/esn)

4.2. Análisis Químico: Cabeza de 3 Muestras de Mineral

Tabla N.º 1. Leyes: %; Ag: gr. /tm (Azañero A. 2012).

Pb	PbOx	Cu	CuOx	Ag	As	Sb	Zn	ZnOx	Fe	S	MUESTRA
15.37	0.730	0.31	0.013	63	0.04	4.45	9.44	0.185	15.63	11.07	A
2.16	0.37	0.15	0.015	363	0,82	0,27	15.22	0.63	19.15	25.71	B
4,89	0,57	0.02	0.01	15	0,04	0.07	3,39	0.26	1.75	2.80	C

4.3. Resultados de Pruebas de Flotación Diferencial Pb/Zn. Mineral A

Tabla N.º 2 (Azañero A. 2012)

Productos	Peso %	Leyes: %; Ag: gr. /tm					Recuperación (%)		R.C.
		Pb	Zn	Fe	As	Sb	Pb	Zn	
Conc. Pb	13.56	54.41	4.53	1.34	0.064	17.17	50.41	6.53	7.37
Medio Pb	16.46	30.03	15.88				33.76	27.77	
Conc. Zn	9.80	4.20	51.56	0.595	7.47	2.37	2.81	53.68	10.20
Medio Zn	6.65	9.43	12.57				4.28	8.88	
Relave	53.53	2.39	0.553				8.74	3.14	
Cab. Cal	100.00	14.64	9.41				100.00	100.00	

4.4. Resultados de Flotación. Mineral B

Tabla N.º 3 (Azañero, 2012)

Producto	Peso %	Leyes %, Ag: gr. / tm					Recuperaciones %		R.C.
		Pb	Zn	Fe	As	Sb	Pb	Zn	
Conc. de Pb	1,91	39,7 8	12,5 9	12,5 5	1,52	1,52	36,02	1,53	52,26
Medios Pb	4,27	5,71	23,0 4				11,37	6,27	
Conc. de Zn	20,50	1,44	46,2 9	14,4 8	0,35 3	0,23	14,22	60,68	4,88
2º Medio Zn	4,88	1,52	27,3 1				3,32	8,50	
1º Medio Zn	20,80	0,83	11,3 4				8,06	15,09	
Relave Gral.	47,64	1,19	2,61				27,01	7,93	
Cab. Calc.	100,0 0	2,11	15,6 5				100,00	100,00	

4.5. Resultados de Flotación. Mineral C

Tabla N.º 4 (Azañero A. 2012)

Producto	% Peso	Leyes %, Ag: gr. /tm					Distribución %		Rc
		Pb	Zn	Fe	As	Sb	Pb	Zn	
Conc. Pb	5,39	70,08	10,07	0,40	0,02	0,010	74,89	15,04	18,547
Medios Pb	2,35	9,62	29,05	-	-	-	4,48	18,92	
Conc. Zn	3,26	5,82	55,86	1,20	0,05	0,003	3,76	50,47	30,666
Medios Zn	4,58	4,94	5,07	-	-	-	4,49	6,44	
Relave	84,42	0,74	0,39	-	-	-	12,38	9,12	
Cab. Calc.	100,00	5,05	3,61				100,00	100,00	

4.6. Resultados del desplazamiento de zinc al concentrado de plomo: Tres muestras de minerales de Pb/Zn

Tabla N.º 5. (Azañero A. 2012)

Producto	Peso %	Leyes %		Distribución %		Muestras
		Pb	Zn	Pb	Zn	
Conc. Pb	13.56	54.41	4.53	50.41	6.53	A
Medios Pb	16.46	30.03	15.88	33.76	27.77	
Conc. Pb	1.91	39.78	12.59	36.02	1.53	B
Medios Pb	4.27	5.71	23.04	11.37	6.27	
Conc. Pb	5.39	70.08	10.07	74.89	15.04	C
Medios Pb	2.35	9.62	29.05	4.48	18.92	

4.7. Resultados de Flotación Pb-Ag, Análisis Químico de la Pulpa

Tabla N.º 6. Análisis químico de la pulpa antes y después de flotar el plomo-plata: 3 muestras de mineral. Molienda: Sin reactivos de flotación

Productos-Muestra	Elementos				
	Pb mg/L	Zn mg/L	As mg/L	Sb mg/L	Ag mg/L
Sol. Molienda A	0.05	0.03	0.01	0.18	0.01
Sol. Flotada A	0.06	0.07	0.01	0.23	0.02
Sol. Molienda B	0.01	0.15	0.68	0.03	0.02
Sol. Flotada B	0.01	0.61	1.03	0.05	0.03
Sol. Molienda C	0.07	0.36	0.02	0.01	0.01
Sol. Flotada C	0.07	28.6	0.03	0.01	0.003

V. CONCLUSIONES

1. En la muestra C, la solución después de flotar el Pb-Ag, analiza alta concentración de zinc (Tabla N.º 6), se debe a la dosis elevada de sulfato de zinc usada para deprimir la esfalerita.
2. Del estudio de investigación realizada para el caso del As, la muestra de cabeza B, tiene 0.82 % de arsénico (Tabla N.º 1) y también hay iones arsénico en la soluciones antes y después de flotar el plomo (Tabla N.º 6), por lo que no está claro si afecta o no en la activación del zinc, requiere más investigación.
3. El mismo estudio nos permite concluir que los iones: Pb, Zn, Sb y Ag no son responsables de la activación de la esfalerita en los tres minerales investigados (Tabla N.º 2, 3, 4 y 5)

VI. AGRADECIMIENTOS

Al Vicerrectorado de Investigaciones, a través del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Geográfica, a la Dirección y Coordinación de la EAP de Ingeniería Metalúrgica de la UNMSM, por las facilidades prestadas a través de los Laboratorios de

Metalurgia Extractiva, así como a profesores y estudiantes que apoyaron en la ejecución de este Proyecto de Investigación: 121601061.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Cyanamid Company (1976). "Mining Chemicals Handbook" Mineral Dressing Notes N.º 26. Copyright by American Cyanamid Company, Rev- 7/81 USA.
2. Azañero A. (2012). "El problema de la activación natural de la esfalerita durante la flotación selectiva". *Revista del Instituto de Investigación* de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica-UNMSM Vol. 15, N.º 29, pp. 83-90, Lima.
3. Fuerstenau D. y Raghavan S. (1976). "Some Aspects of the Thermodynamic of Flotation". *Flotation A.M. Gaudin Memorial Volume* M.C. Fuerstenau (Ed.) pp. 21-65. AIME/SME.
4. Marsden J. (1996). *The Chemistry of Gold Extration*. Second Edition, Printed in Great, Britain Capítulo 9.
5. Sutulov A. (1963). *Flotación de minerales*. Universidad de Concepción-Instituto de Investigación, Chile