

RESUMEN

La obtención de zinc metálico es un proceso muy importante en la industria minera, que demanda nuevas alternativas de investigación y aplicación de nuevas tecnologías, como un novedoso reactor; un elemento importante y característico en cualquier proceso químico, donde se efectúan cambios físicos y químicos.

Sin embargo, para el diseño de los reactores electroquímicos, los requerimientos no son iguales como para los reactores convencionales.

El conocimiento minucioso de datos fisicoquímicos, parámetros eléctricos y en particular la información de las velocidades de conversión de los reactivos y/o productos que interaccionan con la corriente eléctrica son características propias, para el desempeño eficiente de un reactor electroquímico.

La disolución electroquímica, factor importante para el procedimiento del diseño se prepara a partir de sulfuro polimetálico Blenda (ZnS), con una ley de 49,88 % de zinc procedente de la Provincia Modesto Omiste del departamento de Potosí; la concentración de zinc disuelto en la disolución electrolítica alcanza tenores altos de zinc, con una conductividad de $168,7\mu\text{S}/\text{cm}$ y grado de acidez de 0,47 pH.

Con la finalidad de obtener condiciones óptimas de operación y los mejores parámetros de diseño, se construye un prototipo en base a la escala tecnológica de los reactores electroquímicos; de tres compartimentos, un importante compartimento central que aloja al electrodo de trabajo con un volumen de 60 cm^3 , los compartimentos que alojan el contra electrodo presentan las mismas dimensiones.

El funcionamiento del reactor experimental tipo filtro prensa de obtención electrolítico de zinc, es operado en modo continuo con recirculación en un determinado periodo y el flujo de alimentación es el mismo en cada uno de los compartimentos que ingresa a través de un distribuidor de flujo específico y dimensionado según parámetros hidrodinámicos.

El potencial eléctrico aplicado se monitorea con un potencióstato y los mejores

parámetros de operación que son importantes para el diseño definitivo, son analizados de carácter estadístico con un intervalo de confianza del 95% de todas las variables solicitadas introducidas.

Según el análisis del funcionamiento del reactor donde intervienen los valores más significativos que representa los parámetros de diseño definitivo se obtiene una cantidad considerable de zinc electrolítico que alcanza el 65% de eficiencia de corriente con una pureza del 99,53%.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Actualmente la obtención de zinc metálico a partir de sulfuro polimetálico se lleva a cabo por procesos convencionales, tales como el proceso electrotérmico, la cementación u otros métodos.

En Bolivia no se emplea el sistema electrolítico para la obtención de zinc, la crisis económica que atravesó el país y la posterior promulgación del D.S. 21060 del año 1986 que llevó al cierre de industrias mineras, cuyo efecto se tradujo en la conversión de más cooperativas mineras que derivó en un trabajo y explotación tradicional de extracción sólo para el sustento. De tal manera que el avance tecnológico en el país resultó frustrado, pero siempre con la consigna de ser un país rico y que nuestros recursos naturales deben tener un valor agregado.

Sin embargo a lo largo del tiempo en países más industrializados, se han desarrollado distintos tipos de celdas o reactores electroquímicos para la obtención electrolítico de zinc, pero la información que se tiene sobre la obtención de zinc en reactores electroquímicos de tipo filtro prensa es muy escaso. Como referencia es significativo tomar en cuenta el trabajo previo en el que se destaca el conocido, en ese entonces, como reactor de electro-ultra filtración patentado en noviembre de 1893 cuya invención perteneciente al señor Paul Lion Hulin¹. Haciendo notar la proporcionalidad que debe respetarse entre la velocidad de filtración del electrolito a través del medio poroso y la intensidad de corriente eléctrica.

Generalmente los reactores electroquímicos de tipo filtro prensa están formados por un paquete de compartimentos, las cuales se integran formando en su conjunto la celda de electrólisis y los electrodos. Dichos compartimentos representan un sistema abierto, provisto de medios para el flujo de la solución electrolítica, alimentados por bombas centrífugas desde sus depósitos y eléctricamente conectado a una fuente de corriente eléctrica.

La condición mecánica que presenta los actuales reactores electroquímicos es la unión de las partes activas de la estructura de los electrodos a los correspondientes

¹ *"Introducción a la ingeniería electroquímica" F. COEURET.*

soportes; efectuándose dicha unión, eléctrica y mecánicamente de forma fija al soporte mediante soldadura a los espaciadores o relieves mecánicos. Estas uniones deben desensamblarse en caso de reactivar o sustituir el electrodo.

Este proceso de desensamblaje para reactivación o sustitución de los electrodos se realiza mediante procesos costosos como el fresado o taladrado.

Debido a los considerables costes asociados a la reactivación o sustitución de los electrodos, resulta interesante que las partes activas de los mismos estén conectados a los soportes mediante uniones desmontables.

Otros trabajos similares en lo que se refiere a reactores electroquímicos de tipo filtro prensa para múltiples aplicaciones es la publicación² de un reactor equipado con electrodo tridimensional de titanio corrugado donde se introduce soluciones de plata en medio de tiosulfato. Estas especies que tienen azufre son reducidas en el cátodo formando químicamente sulfuro de plata en solución con la diferencia que en esta celda no se genera depósito de plata por electro reducción.

No obstante, los diseños de reactores electroquímicos conocidos presentan diversos inconvenientes en lo referente a su adaptabilidad a cualquier tipo de procesos específicos.

A diferencia de los reactores electroquímicos convencionales, el diseño que se propone está orientado en lograr características apropiadas para el desempeño eficiente en lo que respecta a obtener zinc electrolítico, previo a un tratamiento hidrometalúrgico de un mineral polimetálico como es la esfalerita, también conocido como blenda (ZnS). Con una simplicidad en su construcción que todas sus partes se pueden sellar para evitar fugas y que presente versatilidad.

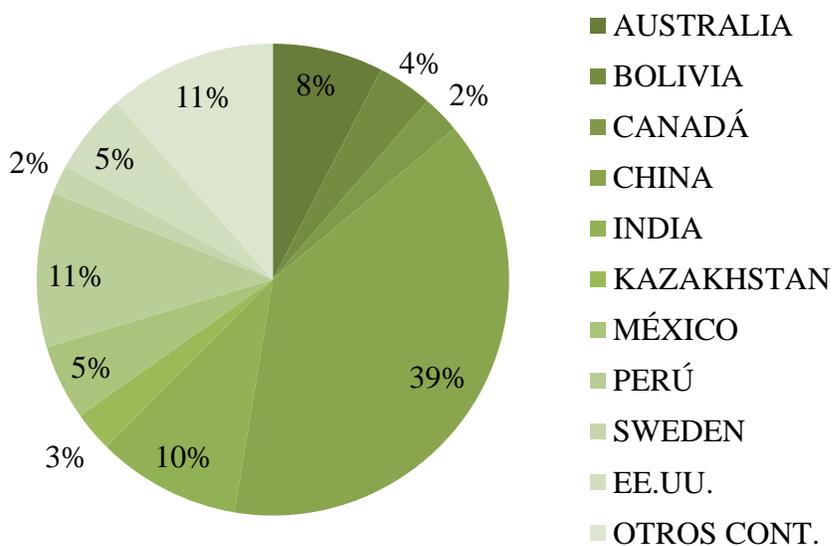
² *Patente Internacional de EE.UU. 5536387 (Hill 1996).*

Justificación.

El desarrollo de un país está directamente relacionado con su capacidad de trabajo, sus industrias, su riqueza natural y potencialmente el conocimiento. La importancia de la industria minera implica estudios alternativos de tecnologías novedosos que acompañe su potencialidad productora, particularmente en el área minera que caracteriza a Bolivia y sus regiones.

La producción de mineral de zinc a nivel mundial llega a más de trece millones de toneladas por año.

Principales países productores de mineral de zinc a nivel mundial.

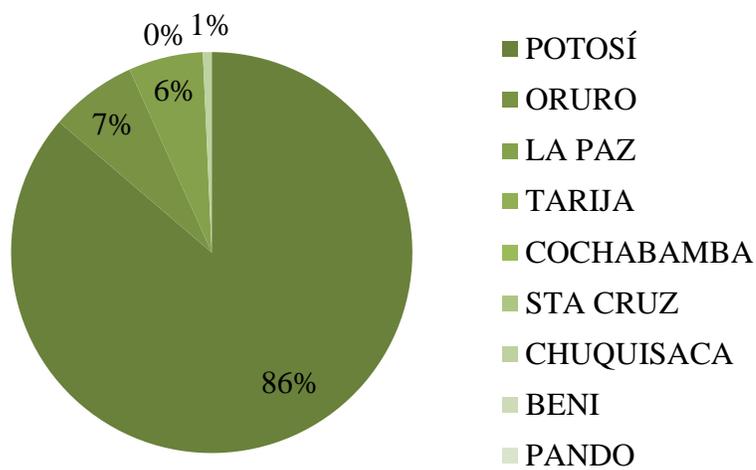


Datos de: USGS, Artículo Comercial de Minerales, 2017.

Bolivia representa alrededor del 4% de la producción mundial de mineral de zinc.

El departamento de Potosí es el principal productor de mineral de zinc con el 86% del total, seguido por Oruro con el 7% y posteriormente La Paz con el 6%.

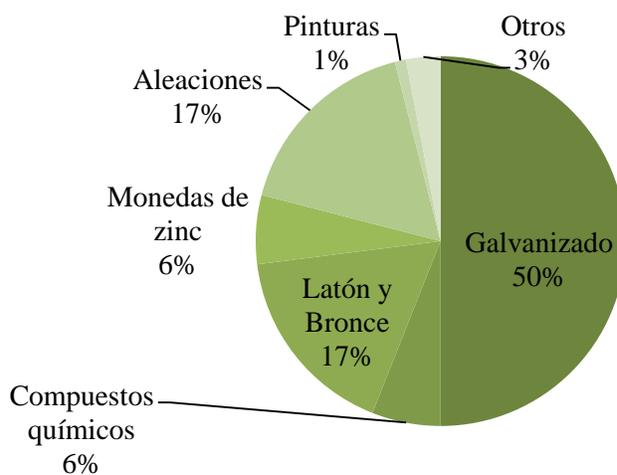
Principales departamentos productores de mineral de zinc en Bolivia.



Fuente: Informes de producción de COMIBOL, Emp. Met. Vinto, Minería Mediana, SENARECOM. Elab. Ministerio de Minería y Metalurgia.2017.

El metal producto de la refinación cumple diferentes usos satisfaciendo múltiples necesidades en la sociedad. De esta forma se fabrica una amplia gama de productos, desde juguetes moldeados hasta componentes para motores.

Fabricación de algunos productos finales.



Fuente: USGS, agencias de estadística oficial.2017.

El sorprendente uso del zinc en los últimos tiempos está dedicado a la batería modificada de celda seca para dispositivos de baja potencia.

De esta manera su impacto puede repercutir en diferentes aspectos.

Impacto social.

Un estudio experimental involucra diferentes aspectos, siendo de importancia común el conocimiento y mediante esto el aporte va centrado al fomento industrial de carácter viable en alcanzar un proceso efectivo en el cómo saber aprovechar la riqueza natural generando satisfacción en la necesidad social. En otras palabras el estudio experimental a escala laboratorio, permite conocer factores que guie de manera precisa para el desarrollo de nuevos emprendimientos con múltiples beneficios y su interacción con la sociedad misma.

Impacto tecnológico.

El proceso electrolítico desarrollado técnicamente desde hace años resulta ser un verdadero impulso para la industria del zinc. Las mayores instalaciones de zinc electrolítico en el mundo llegan a producir entre 300000 y 400000 toneladas³ por año de un zinc de calidad del 99.995 % lo cual se debe al estudio íntegro de su origen al manejo óptimo en cuanto a la operatividad control y a los avances en ingeniería de análisis aplicados a su diseño, ampliación, adaptación y mantenimiento en reactores electroquímicos.

Impacto ambiental.

El mayor problema inminentemente a la humanidad, es el medio ambiente. El peligro de disoluciones metálicas ha sido considerado con mayor intensidad en los últimos tiempos, esto debido a la severidad de las nuevas normas de contaminación de efluentes que están en vigor en países industrializados.

³ *USGS science for a changing world minerals information 2017.*

Pero la contrariedad a esto y con la finalidad de resolver problemas consecuentes, es importante el estudio íntegro de un reactor novedoso, sin despreciar la eficiencia en lo que respecta a procesos químicos, particularmente adecuado y amigable con el medio ambiente.

Impacto económico.

El estudio e investigación de un novedoso reactor experimental de obtención electrolítico de zinc, lleva a conocer las expectativas que puede acontecer en un posterior fomento al emprendimiento a gran escala y de esta forma saber aprovechar la riqueza mineralógica y contribuir económicamente diversificando la oportunidad de industrialización del país y sus regiones.

Justificación personal.

El presente trabajo es de interés e importante de acuerdo a la percepción racional que conlleva al conocimiento previo y minucioso de los factores técnicos inherentes o relacionados a obtener un material con valor agregado a partir de un mineral polimetálico de zinc utilizando tecnologías alternativas como la hidroelectrometalurgia, donde el estudio específico apunta al corazón e importante elemento característico como el reactor electroquímico enfocado a su aplicación y que su aprovechamiento involucre un beneficio satisfactorio.

Objetivos del proyecto.**Objetivo general.**

- Diseñar y construir un reactor experimental tipo filtro prensa para obtención electrolítico de zinc a partir de sulfuro polimetálico.

Objetivos específicos.

- Caracterizar la materia prima para el diseño del reactor experimental tipo filtro prensa para obtención electrolítico de zinc a partir de sulfuro polimetálico.
- Diseñar y dimensionar el reactor experimental tipo filtro prensa para obtención electrolítico de zinc a partir de sulfuro polimetálico.
- Construir el reactor experimental tipo filtro prensa para obtención electrolítico de zinc a partir de sulfuro polimetálico.
- Analizar el funcionamiento en base a la evaluación del potencial de trabajo del reactor experimental tipo filtro prensa para obtención electrolítico de zinc a partir de sulfuro polimetálico.
- Determinar y analizar las principales variables que influyen en el reactor experimental tipo filtro prensa para obtención electrolítico de zinc a partir de sulfuro polimetálico.
- Caracterizar la calidad del producto obtenido del reactor experimental tipo filtro prensa para obtención electrolítico de zinc a partir de sulfuro polimetálico.