

NUMERO DE PROYECTO: 196711

EMPRESA BENEFICIADA: SERVICIOS ADMINISTRATIVOS PEÑOLES, S.A. DE C.V.

TÍTULO DEL PROYECTO: DESARROLLO DE UN PROCESO Y PROTOTIPO PARA PURIFICACIÓN ELECTROLÍTICA EN RECUPERACIÓN DE ZINC.



Reactor FM11-PP

OBJETIVO DEL PROYECTO: Diseñar proceso y equipo prototipo para purificar la solución de sulfato de zinc, separando el cobre y el cadmio electrolíticamente.

PRINCIPALES ACTIVIDADES REALIZADAS:

ACTIVIDADES		Bimestres 2013					
		1	2	3	4	5	6
Etapa I - 2013	Se llevarán a cabo electrólisis de reproducibilidad con el reactor FM11-PP con canal vacío, imponiendo las condiciones de operación utilizadas en los experimentos realizado en el 2012 para determinar si el porcentaje de separación de polvos se mantiene en 70%						
	Se realizarán experimentos virtuales variando el espesor del canal (gap) y la corriente para determinar el caudal de electrolito en continuo máximo que se puede procesar sin disminución del porcentaje de conversión de la especie Cu (II) con lo cual se optimizará el consumo de energía durante la electrólisis.						
	Se realizarán electrólisis de reproducibilidad en continuo con el reactor FM11-PP imponiendo la corriente, espesor de canal (gap) y caudal en continuo calculados virtualmente, por un periodo de 6 horas.						
	Se realizará una electrólisis en continuo con el reactor FM11-PP imponiendo la corriente, espesor de canal (gap) y caudal en continuo óptimos por un periodo de un mes, para obtener parámetros de diseño para el prototipo industrial FM21 monocelda.						
	Se determinarán las similitudes geométricas, hidrodinámicas, de transporte de masa y de distribución de corriente y potencial para el escalamiento del prototipo pre-piloto monocelda a nivel industrial.						
	Establecer las condiciones de operación en la monocelda industrial (densidad de corriente, flujos volumétricos y tiempos de electrólisis) para la recuperación del cobre (con la mayor pureza posible) contenido en el electrolito; y dejar una solución con 250 ppm de cobre						
	Se establecerán las condiciones de funcionamiento de un reactor electroquímico de placas paralelas y su modo de operación en paralelo. Se realizará la realización de un estudio de predicción del comportamiento físico del sistema, mediante la utilización de modelos matemáticos. Dicho estudio será conducido mediante técnicas de simulación virtual avanzada para el reactor compacto multiceldas.						
	Editar un manual de operación del electrolizador industrial.						
Etapa II - 2013	Se realizará y evaluará un modelo para describir el proceso de purificación electroquímica de soluciones neutras de zinc a través de un reactor electroquímico de cilindro rotatorio.						
	Se optimizará a través de modelación, los valores de corriente, condiciones hidrodinámicas (velocidad de rotación) y factores geométricos del reactor tales como distancia inter-electródica, tamaño de los electrodos y disposición de los electrodos.						
	Se realizará un análisis de escalamiento de estos factores a los diferentes volúmenes a considerar para el reactor.						
	Se desarrollará un estudio de viabilidad acerca de la energética teórica en la operación del reactor electroquímico conteniendo volúmenes de 0.5, 10 y 1000 L a un tiempo de residencia optimizado y a diferentes distancias inter-electródica.						

PRINCIPALES ACTIVIDADES REALIZADAS:

ACTIVIDADES (previa evaluación de resultados últimos)		Bimestres 2013					
		1	2	3	4	5	6
Etapa II – 2013 (continuación)	Se construirá el prototipo obtenido por experimentos virtuales (RCE- PP modificado) y simultáneamente se determinarán las condiciones de operación así como el volumen del tanque de recirculación, distancia inter-electródica, así como el flujo de alimentación para lograr una operación en continuo.						
	Se determinarán las similitudes geométricas, hidrodinámicas, de transporte de masa y de distribución de corriente y potencial para el escalamiento del prototipo pre-piloto a nivel industrial.						
	Estudio de la no idealidad de flujo en la celda, para evitar desviaciones que puedan impactar en el desempeño global de la celda						
	Optimizar el consumo de energía durante la electrólisis en el reactor industrial.						
	Establecer las condiciones de operación en la celda industrial (densidad de corriente, flujos volumétricos y tiempos de electrólisis) para la recuperación del cobre (con la mayor pureza posible) contenido en el electrolito; y dejar una solución con 250 ppm de cobre, para los procesos posteriores de recuperación de los otros metales.						
	Se establecerán las condiciones de funcionamiento de un reactor electroquímico de cilindro rotatorio escala industrial y su modo de operación. Este reactor permitirá procesar al menos 1000 L por hora de la solución neutra de Zinc de Peñoles. Debido a que resultaría muy costoso llevar a cabo esta estrategia de forma experimental, se propone la realización de un estudio de predicción del comportamiento físico del sistema, mediante la utilización de modelos matemáticos. Dicho estudio será conducido mediante técnicas de simulación virtual avanzada para el reactor compacto multiceldas.						
	Editar un manual de operación del electrolizador industrial.						

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

En el proceso de recuperación de zinc metálico mediante electrodeposición, la solución electrolítica a nivel industrial recibe un pre-tratamiento de purificación denominado “cementación” en el cual los iones metálicos de cobre, cadmio, antimonio, cobalto; entre otros, presentes como impurezas, se reducen químicamente en la presencia de polvo de zinc; con ello se evita el co-depósito de las impurezas y contaminación del producto. De manera práctica, la cementación resulta ser una vía fácil para eliminar las impurezas metálicas presentes en el electrolito ácido de sulfuro de zinc industrial. Sin embargo, desde el punto de vista económico, puede no resultar favorable dado que una parte del zinc metálico obtenido en la producción, se transforma en polvo para utilizarlo en el proceso de purificación, por lo que los costos de operación se elevan de manera considerable.

En años recientes se han reportado diferentes trabajos que describen la remoción de cobre y cadmio en presencia de otros iones metálicos, tales como plomo y zinc, sin embargo, las celdas electrolíticas utilizadas para dicha tarea, en muchos casos son diseñadas de tal manera que la recuperación de dichos cationes y la eficiencia de corriente son ineficientes ya que las variables operacionales: “densidad de corriente y flujo volumétrico del electrolito” influyen en el transporte de masa y en la remoción y selectividad de los iones.

Es por ello que se ha propuesto la utilización de los reactores tipo Filtro Prensa con electrodos de placas paralelas y de Electrodo de Cilindro Rotatorio que por sus características geométricas y de desempeño electroquímico, favorecen los fenómenos de transporte para llevar a cabo la recuperación de iones metálicos de manera eficiente, y en poco tiempo.

RESULTADOS DEL PROYECTO:

- Se realizó el diseño, construcción, caracterización y evaluación de los reactores electroquímicos escala pre-piloto (FM11-PP y RCE-PP), para purificar solución neutra de zinc.
 - Se realizó el escalamiento de los prototipos prepiloto monocelda a nivel industrial determinando las similitudes geométricas, hidrodinámicas, de transporte de masa y de distribución de densidad de corriente y potencial, y de acuerdo al análisis de factibilidad en el proceso de recuperación (costos de construcción y costos energéticos de operación) se concluyó que la configuración idónea de celda para la recuperación de cobre y cadmio es el FM11-PP, el cual debió modificarse para evitar el taponamiento y hacer eficiente el desalojo de polvos en el reactor. Las modificaciones realizadas son las siguientes:
 - Se modificaron la entrada y salida del distribuidor en el FM11-PP.
 - La celda opera a flujo descendente, modificando la disposición de la entrada y salida de electrolito.
 - Se modificó el promotor de turbulencia en la entrada.
 - Se modificó el tanque de balance (El diseño consiste en conjuntar al tanque una trampa de polvos análogo a una cámara de inercia).
- Estas modificaciones permitieron operar en continuo durante un mes con una eficiencia de corriente del 80% y un consumo energético de 3000 kWh/ton durante los primeros 12 días de operación, cayendo posteriormente la eficiencia de corriente a 65% por la recirculación del electrolito agotado previa compensación de la concentración de cobre lo que lleva a un incremento del consumo energético a 3550 kWh/ ton.
- Se establecieron las condiciones de funcionamiento del reactor electroquímico de placas paralelas y su modo de operación en paralelo.
 - Se editó un manual de operación del electrolizador industrial.

IMPACTOS DEL PROYECTO:

- Durante el año 2012 un 7.7% del zinc producido se recirculó al área de Purificación lo que significa una recirculación de 19000 ton de zinc anuales (37 millones de USD). Un estimado de Purificación electrolítica resulta en un consumo de 17 millones de kWh anuales con un costo de 1.6 millones USD.
- Potencial de beneficios entre 10 y 12 millones de dólares anuales, sin embargo la inversión es muy elevada.