
**“ESTUDIO ELECTROQUÍMICO DE LA
ELECTRODEPOSICIÓN DE HIERRO CONTEMPLADO
PARA SU APLICACIÓN AL TRATAMIENTO DE
EFLUENTES DE DECAPADO Y REGENERACIÓN DE
ÁCIDOS.”**

TESIS PRESENTADA POR:

I.Q. BERENICE MIRANDA ALCÁNTARA

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN ELECTROQUÍMICA

ENERO, 2019

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el estudio electroquímico del sistema Fe(II)/H₂SO₄/H₂O y la evaluación de la distribución de flujo del reactor Eco Cell® para la regeneración de los baños de decapado con ácido sulfúrico agotados por medio de electrodeposición. Se partió de la evaluación de la química en solución, mediante diagramas de predominio de especies vs pH, lo cual permitió reconocer las especies de interés y el porcentaje de las mismas con respecto a las concentraciones de trabajo (1M Fe₂SO₄ 1M H₂SO₄ y 1.5M Fe₂SO₄ 0.5M H₂SO₄).

Posteriormente, se realizó la caracterización electroquímica de las soluciones de decapado ácido agotadas mediante voltamperometría cíclica, pendientes de Tafel y electrodo de disco rotatorio (EDR), donde se distinguieron las señales asociadas a la reducción del hierro. A partir de los resultados de la caracterización electroquímica, se plantearon estudios mediante espectro electroquímica, lo cual permitió proponer los complejos presentes en los baños de decapado y proponer un mecanismo de reacción para posteriormente realizar electro depósitos de hierro en medio ácido, utilizando como sustrato electrodos de acero inoxidable 316, dichos depósitos fueron caracterizados mediante Microscopio Electrónico de Barrido o SEM por sus siglas en inglés.

Por último se modeló la hidrodinámica dentro del reactor Eco Cell®, tanto en flujo laminar como turbulento, en canal vacío y con malla, a su vez se realizó la visualización de flujo y distribución de tiempos de residencia (DTR), mediante un trazador con el programa de simulación Comsol Multiphysics®.

A partir de estos resultados se determinó un rango de potencial entre -0.5V y -0.8V vs ENH en el cual es más conveniente llevar a cabo los electrodepositos de hierro. Se encontró también que la velocidad de redisolución química de los depósitos es apreciable aun a estos potenciales de electrodo. Finalmente se encontró que la configuración de celda que mostró el mejor comportamiento con respecto a la distribución de flujo es la que contiene la entrada y la salida en la parte superior.

ABSTRACT

In this work, an electrochemical study of the Fe (II) / H₂SO₄ / H₂O system for the regeneration of the spent sulfuric acid pickling baths by means of electrodeposition are shown. Also, the evaluation of the flow distribution of the Eco Cell® reactor (contemplated for such regeneration process) was evaluated. At first instance, the evaluation of chemistry in solution was performed, using fraction diagrams. It allowed to recognize the species of interest and the percentage of them with respect to the working concentrations (1M Fe₂SO₄ 1M H₂SO₄ and 1.5M Fe₂SO₄ 0.5M H₂SO₄).

Subsequently, the electrochemical characterization of spent pickling acid solutions by cyclic voltammetry, Tafel plots and rotating disc electrode (RDE) was performed. Here, the signals associated with iron reduction were distinguished. From the results of the electrochemical characterization, studies were made by electrochemical spectrum, which allowed to know the complexes present in the pickling baths and to propose a reaction mechanism to later perform electro-iron deposits in acidic medium, using electrodes as substrate 316 stainless steel, such deposits were characterized by Scanning Electron Microscope or SEM.

Finally, the hydrodynamics was modeled inside the Eco Cell® reactor, both in laminar and turbulent flow, at empty channel and using a mesh electrode. Virtual flow visualization and residence time distribution (DTR) was carried out, by means of a tracer with the Comsol Multiphysics® simulation program.

From these results a potential range between -0.5V and -0.8V vs ENH was determined in which it is more convenient to carry out the iron electrodeposits. Also it was determined that dissolution rate, even at this potentials, is significant. Finally, from simulation studies, cell configuration that showed the best behavior with respect to the flow distribution is the one that contains the entry and exit at the top of such reactor.

AGRADECIMIENTOS

Realizar este trabajo de investigación ha causado gran impacto en mí, tanto académicamente como a nivel personal, por ello agradezco a todas las personas que contribuyeron a la realización de este proyecto y que me apoyaron durante el proceso.

Primero agradezco a mi familia Mamá, Papá, Miguel y Leo la persona más importante de mi vida, por el apoyo incondicional, la motivación y el amor que me han brindado siempre.

A mi asesor de tesis el Dr. Fernando Rivera Iturbe, por su esfuerzo y dedicación, quien me brindo sus conocimientos, su paciencia y su motivación para que yo pudiera realizar esta tesis.

A mis sinodales, el Dr. Rene Antaño, el Dr. Luis Antonio Ortiz, el Dr. Federico Castañeda y el Dr. Ángel Meléndez, gracias por brindarme sus enseñanzas, ideas y consejos y por el tiempo que le dedicaron a la revisión de este trabajo.

A los Doctores Carlos Ponce de León y Luis Fernando Arenas por el apoyo brindado durante mi estancia en la Universidad de Southampton.

A mis amigos, Janet, Arturo, Luis y José Trinidad, gracias por su compañía, su motivación y el apoyo brindado durante este tiempo.

Al Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica por brindarme la oportunidad de formarme y gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proyecto.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico otorgado mediante los programas de beca nacional y beca mixta, para la realización de este trabajo.



Este trabajo fue realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (CIDETEQ), bajo la dirección

Dr. Fernando Felipe Rivera Iturbe

Las siguientes páginas fueron eliminadas debido a que su contenido es información clasificada como confidencial de acuerdo con el Artículo 113 fracción II de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública 2017, y con el Artículo 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública 2015.