



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
EN ELECTROQUIMICA



**“ESTUDIO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS
ALTERNATIVOS PARA LA OBTENCIÓN DE
RECUBRIMIENTOS METÁLICOS SOBRE
SISTRATOS NO CONDUCTORES DE FIBRA
REFORZADA CON POLÍMERO”**

TESIS PRESENTADA POR:

I.Q. JOSÉ ANTONIO CABELLO MENDEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN ELECTROQUÍMICA

JULIO, 2019

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

REALIZADO POR: JOSÉ ANTONIO CABELLO MENDEZ

DIRIGIDA POR: DR. RAÚL ORTEGA BORGES

SINODALES

Dr. Yunny Meas Vong
Presidente

Firma

Dra. Julieta Torres González
Secretario

Firma

Dr. Jorge Morales Hernández
Vocal

Firma

Dr. Gabriel Trejo Córdova
Suplente

Firma



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

Dr. RAÚL ORTEGA BORGES

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Cecilia Cabello Méndez antes que nadie, por todo el apoyo que me ha brindado no solo en esta etapa sino durante toda mi vida en cada proyecto que decido emprender. Gracias a todo su esfuerzo y amor es que estoy aquí en estos momentos.

Agradezco toda mi familia Víctor, Adrián, Eduardo, Iván y mis abuelos Esperanza y Emilio por el apoyo y compañía brindados durante estos años que tanto lo necesitaba.

A mi asesor el Dr. Raúl Ortega Borges por todas las enseñanzas y conocimientos que compartió conmigo durante la realización de este trabajo y darme los medios necesarios para el desarrollo del proyecto.

Agradezco a mis sinodales: Dr. Yunny Meas Vong, Dra. Julieta Torres González y Dr. Jorge Morales Hernández, por su colaboración y consejos para la elaboración y revisión de esta tesis.

A mis compañeros y amigos: Berenice, Jan-Carlo, Itzel, Abraham y Alejandro, por estos años de amistad y por hacer mucho más amena mi estancia y el tiempo en el laboratorio.

A Verónica Escobedo y Quetzalli Magdaleno por la amistad que me brindaron y su apoyo al capacitarme para el uso de diversos equipos de laboratorio.

A Iván Barrera por el apoyo en la parte de desarrollo de la fibra de vidrio.

Agradezco a CONACYT por la beca otorgada para mis estudios de maestría. De la misma forma agradezco a CIDETEQ por todas las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto y por todos los conocimientos que me llevo de CIDETEQ.

RESUMEN

El mejoramiento de materiales para darles nuevas características es un reto de las recientes investigaciones e incluye nuevos y optimizados procesos de fabricación que son ecológicos, de bajo costo y representan una mejora en las propiedades funcionales de los materiales. El proceso de depósito por vía química (electroless) es un método usado para la metalización de materiales cerámicos o poliméricos, para darles a estos materiales características metálicas, pero sin afectar su dureza y ligereza. En este tipo de procesos, el uso de reactivos de alto costo (sales de metales preciosos) representa un alto riesgo para invertir, debido a la volatilidad de los precios del paladio. El uso de reactivos altamente contaminantes (Cr(VI)) representa un riesgo para la salud y medio ambiente. Estas desventajas hacen necesario el desarrollo de nuevos procesos con el fin de contar con procesos más competitivos y ecológicamente más convenientes. En este trabajo se estudian diferentes alternativas para las etapas de ataque químico y de activación de un proceso de recubrimientos de cobre por vía química sobre sustratos de interés para la industria aeronáutica y automotriz, a base de fibras de carbono y fibra de vidrio, reforzadas con polímeros (FRP). Estos materiales tienen propiedades que los hace adecuados para su aplicación en industrias como aeronáutica y automotriz. Las alternativas estudiadas para sustituir la etapa de ataque químico convencional de soluciones de Cr(VI) se basan en el uso de oxidantes fuertes o soluciones de elevada acidez, para crear una superficie hidrofílica, además de micro-rugosidades. Para la etapa de activación, los procesos estudiados consideran el uso de soluciones de metales de transición con el fin de sustituir la etapa convencional basada en el uso de soluciones de Pd y SnCl₂ como reductor. Los recubrimientos obtenidos con el nuevo método propuesto (H₂SO₄-AgNO₃) conservan la morfología inicial del sustrato, uniformes, con conductividad y brillo metálico, formados por partículas esféricas de hasta 2 μm de diámetro y con espesores de hasta 29 μm. Estos resultados demuestran que el método propuesto, con un tratamiento químico con H₂SO₄ y activación con AgNO₃, es una alternativa viable, menos contaminante (evita el uso de Cr(VI)) y más económica (sin el uso de sales de Pd) para la obtención de recubrimientos de cobre por vía química sobre sustratos FRP que son de interés para industria aeronáutica y automotriz.

ABSTRACT

The development of materials with new characteristics is a challenge of a recent researches and involves new and optimized processes of fabrication that are ecological, of low cost or represent an improvement in his functional proprieties is. The deposition via electroless is a method used for metallization of ceramic or polymeric substrates for give metallics proprieties to composites that conserve his lightness and hardness in this case copper was deposited on substrate of fiber reinforced with polymer (FRP) that is used in the aeronautical industry. Copper has many applications today due to it is versatility, proprieties thermal, electrical conduction and malleability. The process of electroless deposition involve many stages without which the deposition process could not occur, involves a pretreatment with the use of highly reactive contaminants such as Cr (VI) for a process of chemical attack and expensive reagents (Pd) for activation. This work is focused in the optimization of the electroless process avoiding the use of several pretreatment solutions. The new pretreatment is based in the use of oxidizing reagents that were tested to create an hydrophilic surface and at the same time a surface with micro-roughness to improve the further adhesion of the deposit. Best results were obtained when H_2SO_4 is used in this stage with similar properties than those obtained when Cr (VI) is used. This proprieties was evaluated by the measure of contact angle, morphology by optical microscopy and profilometry. In the stage of activation of the surface, solution of Pd-Sn and Ag were evaluated. The activated substrates were use for electroless deposition of copper. The obtained deposit were evaluated by AFM, SEM and EDS. This deposit preserves the morphology of initial substrate, uniform, metallic shine, conductive, particles with spherical morphology with particle size of 2 μm in diameter and coating thickness of 29 μm . This results show that Ag solutions can be used to replace Pd for the activation of FRP and allow to propose a new and no polluting process to obtain Cu by electroless deposition because Cr (VI) and Pd solutions are no used.

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.