



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
EN ELECTROQUIMICA



**“Estudio electroquímico y evaluación
antibacterial de la aleación
Zn-Cu-AgNPs”**

TESIS PRESENTADA POR:

I.Q. Montserrat Silva Ichante

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN ELECTROQUÍMICA

Febrero, 2018

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

REALIZADO POR:

I.Q. Montserrat Silva Ichante

DIRIGIDA POR

Dr. Gabriel Trejo Cordova

SINODALES

Dr. Luis Antonio Ortiz Frade
Presidente

Firma

Dr. German Orozco Gamboa
Secretario

Firma

Dra. María Yolanda Reyes Vidal
Vocal

Firma

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla el estudio electroquímico y la evaluación antibacterial de los recubrimientos compuestos de Zn-Cu con nanopartículas de plata (AgNPs). La evaluación electroquímica se realizó por medio de las técnicas voltamperometría cíclica y cronoamperometría. Este último fue ajustado por modelos adimensionales y de nucleación múltiple, para obtener información de los parámetros cinéticos de crecimiento de cristales.

Los recubrimientos también fueron caracterizadas por microscopía electrónica de barrido (SEM por sus siglas en inglés), microscopía de fuerza atómica (AFM) para conocer su morfología, adicionalmente, se utilizaron las técnicas como difracción de rayos X (DRX), espectroscopia de energía de dispersión (EDS), espectroscopia de masas con plasma acoplado (ICP) y espectroscopia por descarga luminiscente (GDS) concedieron información para conocer cualitativamente y cuantitativamente las fases cristalinas, composición química, así como la de masa porcentual y porcentaje atómico de las especies implicadas.

Por DRX se pudo observar la formación de la fase cristalina Cu_5Zn_8 para todos los casos. Por EDS se pudo evaluar la presencia de Zn y Cu, así como de las partículas de Ag, que fue aumentando a medida que aumentaba la concentración de plata en la disolución, corroborándose con GDS. La morfología evaluada por AFM y SEM mostró formación de clústers circulares a medida que aumenta la concentración de Ag. La caracterización estructural corrobora el estudio electroquímico; en el cual se concluye una relación inversamente proporcional entre el aumento de la concentración de nanopartículas de plata, y los sitios activos por el modelo de nucleación múltiple.

Finalmente fueron evaluadas por dos técnicas antibacteriales que concluyen que el recubrimiento inhibe el crecimiento de bacterias en un 100% por la bacteria *Staphylococcus aureus* y un 90% por la bacteria *Escherichia coli*

ABSTRACT

In the present work, the electrochemical study and the antibacterial evaluation of the Zn-Cu-AgNPs coatings is developed. The electrochemical evaluation was performed through cyclic voltametry and chronoamperometry techniques. The chronoamperometry study was adjusted by dimensionless and multiple nucleation models to obtain information about the kinetic parameters of the crystal growth. The coatings were also characterized by scanning electron microscopy (SEM), atomic force microscopy (AFM) to know its morphology, additionally, the X-ray diffraction (XRD), energy dispersion spectroscopy (EDS), mass-coupled plasma spectroscopy (ICP) and glow discharge spectroscopy (GDS) were used to provide qualitative and quantitative information about their crystalline phases, the chemical composition, as well as mass and atomic percentage of the species involved.

By XRD it was possible to observe the formation of the Cu_5Zn_8 crystalline phase for all cases. By EDS was evaluated the presence of Zn and Cu, as well as the Ag nanoparticles, increasing the percentage as the concentration of silver onto the dissolution also increased, this behavior was corroborated by GDS. The evaluated morphology by SEM and AFM showed the formations of circular clusters as the Ag concentration in the dissolution increased. The structural characterization corroborates the electrochemical study in which we conclude the inversely proportional relationship that exists in the increase of the concentration of silver nanoparticles of the coating with respect to the kinetic parameters such as the active sites by the multiple nucleation model.

Finally, the coatings were evaluated by means of two antibacterial techniques that concluded that the coating inhibits the growth of bacteria in 100% by *Staphylococcus aureus* bacteria and in 90% by bacteria *Escherichia coli*



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

Dr. Gabriel Trejo Cordova

Esta página fue eliminada 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.