

Red de Ingeniería de Superficies y Tribología



IV SIMPOSIO NACIONAL EN INGENIERÍA DE
SUPERFICIES Y TRIBOLOGÍA

31 de octubre al 3 de noviembre del 2018

Hotel Emporio, Mazatlán, Sinaloa, México

Libro de Resúmenes

Book of Abstracts

MISIÓN

La red de tribología y superficies busca la vinculación entre la industria en general y universidades del país, a través de asesorías y servicios de investigación en el área de tribología y superficies. Dicha vinculación pretende por el lado de las empresas, que obtengan valiosa información de sus productos y/o procesos con el que puedan elevar la calidad de los mismos y por consiguiente alargar su vida útil. Por el otro lado las universidades buscan generar temas de alto impacto en la investigación de los temas de tribología y de superficies, así como también generar ingresos que ayuden a impulsar la infraestructura de sus laboratorios y apoyo a estudiantes e investigadores.

VISIÓN

La red de tribología y superficies busca en un mediano a largo plazo ser una de las principales redes temáticas del CONACYT, además de ser la mejor opción a nivel nacional para las empresas en ofrecer servicios y asesorías de investigación para el mejoramiento continuo de la calidad de sus productos. También se pretende alcanzar la generación de patentes y/o empresas que puedan ayudar al desarrollo de la comunidad.

COMITÉ

Presidente:

Dr. Joaquín Esteban Oseguera Peña
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, CEM

Secretario:

Dr. Andrés López Velázquez
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Región Xalapa
Universidad Veracruzana

Vocal A: Vinculación Industrial:

Dr. Martín Flores Martínez
Universidad de Guadalajara

Vocal B: Asuntos Internacionales:

Dr. Muhl Saunders Stephen
Universidad Nacional Autónoma de México

Vocal C: Normatividad y Asuntos Académicos:

Dr. Ariosto Medina Flores
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Vocal D: Divulgación:

Mtro. José de Jesús Ibarra Montalvo
Instituto Tecnológico Superior de Zapopan

Patrocinadores

Sponsors



Instituto
de Investigaciones
en Materiales-UNAM



Tecnológico
de Monterrey



Anton Paar

WEDNESDAY

Miércoles 31 de octubre

12:00	14:00	REGISTRO
15:00	15:40	INAUGURACIÓN
15:40	16:20	<p style="text-align: center;">PLENARIO Tribological coatings and diffusion, <i>Adrian Leyland, University of Sheffield, UK.</i></p>
16:20	16:35	<p>#4, Análisis de dureza y propiedades tribológicas de una aleación de Ti6Al4V sometida a tratamiento térmico. <i>-Ana Karen García Rueda-</i></p>
16:35	16:50	<p>#22, Efecto del tratamiento térmico en la estructura, dureza y propiedades tribológicas del titanio grado 2. <i>-Alan Maytorena Sánchez-</i></p>
16:50	17:05	<p>#70, Analysis of tribomechanical behavior of AISI 4140T steel treated by different plasma assisted process. <i>-Joaquin Oseguera Peña-</i></p>
17:05	17:20	<p>#3, Análisis de coeficiente de fricción de acero AISI 4140 mediante pruebas tribológicas <i>-Manuel Alejandro Paniagua Ortiz-</i></p>
17:20	17:35	<p>#56, Study of the friction between a tire and hydraulic concrete using a British pendulum. <i>-Juan Norman Santander Reyes-</i></p>
17:35	17:50	COFFEE
17:50	18:10	<p style="text-align: center;">INVITADO STLE en México, <i>Society of Tribologists and Lubrication Engineers</i></p>
18:10	18:25	<p>#24, Erosión en acero inoxidable AISI 310 bajo condiciones de flujo normal y flujo turbulento a alta temperatura. <i>-Jonathan Zaragoza Granados-</i></p>
18:25	18:40	<p>#55, Simulación de desgaste erosivo en moldes metálicos utilizados en la fabricación de corazones. <i>-Dora Irma Martínez Delgado-</i></p>
18:40	18:55	<p>#71, Efecto del decremento de la temperatura en el proceso de desgaste erosivo causado por el uso de la técnica de limpieza criogénica en un acero ASTM A36 y aluminio 7076. <i>-Mario Alberto Gómez Guarneros-</i></p>
18:55	19:10	<p>#18, Efecto de la capa de adhesión de Al en la rugosidad de películas de AlN para biosensores tipo OAS útiles en la detección del biomarcador HER2. <i>-José Erick Ortega-</i></p>
19:30	21:00	POSTERS BEER & SNACKS

THURSDAY

Jueves 1 de noviembre

8:30	10:30	CURSO DE XPS <i>Lázaro Huerta, IIM-UNAM</i>
10:30	10:45	COFFEE
10:45	11:25	PLENARIO <i>The generation of nanoparticles and tin films using pulsed high-power plasmas, Ulf Helmersson, Linköping University, Linköping, Sweden</i>
11:25	11:40	#12, Comportamiento del Coeficiente de fricción en superficies de aceros AISI 316L y AISI 1020 borurados. <i>-Daniel Sánchez Huerta-</i>
11:40	11:55	#25, Estimación de la resistencia al desgaste erosivo en un acero inoxidable X12CrNiMoV endurecido por difusión de boro. <i>-Adán Ruíz Ríos-</i>
11:55	12:10	#26, Estimación de las propiedades Tribocorrosivas de la aleación borurada ASTM F1537 aleación 1. <i>-Ángel Manuel Delgado Brito-</i>
12:10	12:25	#30, Estudio de la resistencia al desgaste en el acero borurado AISI 1018 expuesto al proceso de recocido por difusión. <i>-Erick Japhet Hernández Ramírez-</i>
12:25	12:40	#59, Técnica multipass scratch aplicada en un acero H13 borurado y nitrurado. <i>-Roberto Carlos Vega Morón-</i>
12:40	12:55	#65, Estudio experimental de la resistencia al desgaste erosivo en un acero AISI 4140 endurecido por el tratamiento de borurización. <i>-José Luis Nava Sánchez-</i>
12:55	15:00	LUNCH
15:00	15:20	INVITADO <i>Catalytically active coatings for tribological applications, Giovanni Ramírez González, Bruker Nano</i>
15:20	15:35	#16, Crecimiento y monitoreo <i>In-situ</i> de películas delgadas de nitruro de titanio (TiN) por erosión iónica reactiva. <i>-M. Peralta Arriola-</i>
15:35	15:50	#27, Estudio de la estructura y las propiedades mecánicas de recubrimientos multicapas de TaTi/TaTiN producidos por DC magnetron sputtering en sustrato de silicio. <i>-Ernesto David García Bustos-</i>
15:50	16:05	#34, Estudio del proceso de pulverización catódica reactiva mediante espectroscopía de emisión del plasma. <i>-Roberto Sanginés de Castro-</i>
16:05	16:20	#43, Mechanical and tribological properties of the WC-W-a:C hierarchical multilayer thin film. <i>-César D. Rivera Tello-</i>
16:20	16:35	#31, Estudio de la susceptibilidad a la corrosión-erosión de ladrillos refractarios AZS, α -Al ₂ O ₃ y Al ₂ O ₃ . <i>-Ana María Guzmán Hernández-</i>
16:35	16:50	COFFEE

16:50	17:10	INVITADO Capacidades Científicas y Tecnológicas del Laboratorio Nacional de Proyección Térmica, Proyectos asociados a recubrimientos para la industria Automotriz y Aeroespacial <i>Juan Muñoz Saldaña, CENEPROT, Qro.</i>
17:10	17:25	#45, Mediciones de desgaste bajo diferentes condiciones de humedad relativa TiO _x N _y . <i>-Celia Rojo Blanco-</i>
17:25	17:40	#52, Producción y caracterización de películas delgadas de ZnO para biosensors. <i>-Dulce Viridiana Melo Máximo-</i>
17:40	17:55	#64, Bias-dependent friction coefficient and piezoelectric response of a polycrystalline Bi-Fe-O thin film. <i>-Adriana Garduño Medina-</i>
17:55	18:10	#67, Study of the tribological behavior of ZrB ₂ /ZrB ₂ N coatings deposited on Ti6Al4V biomedical alloy by HiPIMS. <i>-Luis Martin Flores Cova-</i>
19:30	21:00	POSTERS BEER & SNACKS

FRIDAY

Viernes 2 de noviembre

8:30	10:30	CURSO DE XPS <i>Lázaro Huerta, IIM-UNAM</i>
10:30	10:45	COFFEE
10:45	11:00	#6, Análisis y mejora tribológica de prótesis tumoral de rodilla. <i>-Tomas de la Mora Ramírez-</i>
11:00	11:15	#28, Estudio de la lubricación mediada por proteínas en el par tribológico AISI 316L sobre UHMWPE en contacto rodante-deslizante. <i>-Adrián Luis García García-</i>
11:15	11:30	#36, Evaluación del comportamiento tribológico de camisas de cilindro de motor usando un bio-lubricante fresco y envejecido aproximando su uso prolongado. <i>-Leonardo I. Farfán Cabrera-</i>
11:30	11:45	#81, Mechanical and tribocorrosion properties of Zr/ZrN/CNx multilayers deposited by HIPIMS on Ti6Al4V biomedical alloy. <i>-Martin Flores-</i>
11:45	12:00	#54, Respuesta tribológica de pieles de serpiente. <i>-Juan Gonzalo Ardila Marín-</i>
12:00	12:15	#73, Estudio tribológico del desgaste y comportamiento del coeficiente de fricción de algunos cerámicos dentales. <i>-Florencio Salvador Martínez Cruz-</i>
12:15	12:30	#75, Estudio del comportamiento tribológico a alta temperatura de recubrimientos monocapa de Ti, TiN y bi-capa de Ti/TiN depositados por arco catódico. <i>-Carolina Ortega Portilla-</i>
12:30	12:45	#44, Mechanical properties and microstructural stability of CuTa/Cu composite coatings. <i>-Amin Bahrami-</i>

12:45	15:00	LUNCH
15:00	15:20	<p style="text-align: center;">INVITADO Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Recubrimientos Avanzados (LIDTRA), Martín Yáñez Limón, CINVESTAV-Qro.</p>
15:20	15:35	<p style="text-align: center;">#5, Análisis del comportamiento frente al desgaste y tribocorrosión en películas de nanotubos de titanio crecido mediante anodización. <i>-Ivan Gerardo Farías Velázquez-</i></p>
15:35	15:50	<p style="text-align: center;">#80, Oportunidades de realizar diversos tipos de estudios tribológicos en el IIM-UNAM. <i>-Stephen Muhl-</i></p>
15:50	16:05	<p style="text-align: center;">#35, Evaluación de la resistencia a la corrosión de una fundición nodular recubierta mediante niquelado químico. <i>-Dayi Gilberto Agredo Díaz-</i></p>
16:05	16:20	<p style="text-align: center;">#20, Efecto del aporte térmico en la resistencia a la corrosión de un recubrimiento de acero inoxidable Martensítico depositado por soldadura. <i>-Engelbert Huape-</i></p>
16:20	16:35	<p style="text-align: center;">#10, Caracterización electroquímica del AISI 418 utilizado en la industria aeronáutica. <i>-Manuel Guzmán Tapia-</i></p>
16:35	16:50	COFFEE
16:50	17:10	<p style="text-align: center;">INVITADO Estrategia en CIDESI en ingeniería de superficies y manufactura aditiva, Juan Manuel Alvarado, CIDESI, Qro.</p>
17:10	17:25	<p style="text-align: center;">#1, ¿Es el óxido de bismuto un óxido lubricante? <i>-Sandra E. Rodil-</i></p>
17:25	17:40	<p style="text-align: center;">#47, Modelado del sistema reactivo presente en los sistemas de lubricación de motores de combustión interna. <i>-Rafael Maya Yescas-</i></p>
17:40	17:55	<p style="text-align: center;">#49, Modificación del comportamiento de la lubricación de aceites automotrices comerciales mediante la adición de rGO-MoSX. <i>-J. D. Oscar Barceinas Sánchez-</i></p>
17:55	18:10	<p style="text-align: center;">#57, Study of the wear by reciprocating sliding of the UNS C63000 Aluminum-Nickel Bronze base and with thermal treatment of quenched and quenched-tempered. <i>-Ana Laura Zárraga Zárraga-</i></p>
18:10	18:35	CLAUSURA
20:05	23:05	CENA

ÍNDICE ALFABÉTICO / ALPHABETICAL INDEX

A

- Aluminum-Carbon nanocomposite produced by a high intensity toroidal planar hollow cathode (TPCH) plasma source for tribological applications, 14
- Análisis de coeficiente de fricción de acero aisi 4140 mediante pruebas tribológicas, 15
- Análisis de dureza y propiedades tribológicas de una aleación de Ti6Al4V sometida a tratamiento térmico, 16
- Análisis del comportamiento frente al desgaste y tribocorrosión en películas de nanotubos de titanio crecido mediante anodización, 17
- Análisis y mejora tribológica de prótesis tumoral de rodilla, 18
- Analysis of Tribomechanical Behavior of AISI 4140T Steel Treated by Different Plasma Assisted Process, 81
- Application of fuzzy-based Taguchi method for the optimization of tribological performance of a DLC coating, 19

B

- Bias-dependent friction coefficient and piezoelectric response of a polycrystalline Bi-Fe-O thin film, 76
- Bismuth Thin Films as an electrochemical sensor, 90

C

- Caracterización de Espumas Metálicas base Titanio sometidas a corrosión electroquímica, 20
- Caracterización del desgaste micro abrasivo en cojinetes de deslizamiento automotriz, 21
- Caracterización electroquímica del AISI 418 utilizado en la industria aeronáutica, 22
- Caracterización Físico-Química Del Polímero Pluronic 31R1, 94
- Catalytically active coatings for tribological applications, 86
- CO and C_3H_8 detection using the surface of pellets manufactured with MgSb_2O_6 , 23
- Comportamiento del Coeficiente de fricción en superficies de aceros AISI 316L y AISI 1020 borurados, 24
- Comprendiendo efectos de superficie en nanoaleaciones bimetálicas, 25
- Contact Resonance-Enhanced Atomic Force Acoustic Microscopy for nanomechanical mapping, 83
- Corrosion behavior and characterization of Ti-TiO₂ thin films deposited on mgznca alloys, 26
- Crecimiento y estructura de recubrimientos de óxido de Cromo-Titanio, 27
- Crecimiento y monitoreo in-situ de películas delgadas de nitruro de titanio (TiN) por erosión iónica reactiva, 27

D

- Deposición de películas de TiN en superficies de acero 304L mediante Pulsos de Ultra Alta Potencia, 29
- Determinación del coeficiente de fricción y desgaste de un aceite lubricante SAE 20W-50 sobre acero inoxidable 316, 88
- Diagnóstico en Tribología mediante redes neuronales artificiales, 79

E

- Efecto de la capa de adhesión de Al en la rugosidad de películas de AlN para biosensores tipo OAS útiles en la detección del biomarcador HER2, 30
- Efecto de la topología en el comportamiento mecánico en diferentes materiales impresos en 3D, 31
- Efecto del aporte térmico en la resistencia a la corrosión de un recubrimiento de acero inoxidable martensítico depositado por soldadura, 32
- Efecto del decremento de la temperatura en el proceso de desgaste erosivo causado por el uso de la técnica de limpieza criogénica en un acero ASTM A36 y aluminio 7076, 82
- Efecto del tratamiento de endurecimiento por precipitación en la microestructura y microdureza de una superaleación Inconel 718, 32
- Efecto del tratamiento térmico en la estructura, dureza y propiedades tribológicas del titanio grado 2, 34
- Effects of synthesis methods on the optical and surface properties of TiO₂ powder, 35
- Erosión en acero inoxidable AISI 310 bajo condiciones de flujo normal y flujo turbulento a alta temperatura, 36
- Es el óxido de bismuto un óxido lubricante?, 13
- Estimación de la resistencia al desgaste erosivo en un acero inoxidable X12CrNiMoV endurecido por difusión de boro, 36
- Estimación de las propiedades Tribocorrosivas de la aleación, 38
- Estudio de la estructura y las propiedades mecánicas de recubrimientos multicapas de TaTi/TaTiN producidos por DC magnetron sputtering en sustrato de silicio, 39
- Estudio de la lubricación mediada por proteínas en el par tribológico AISI 316L sobre UHMWPE en contacto rodante-deslizante, 40
- Estudio de la propiedad de sensado en la superficie de pellets elaborados con nanopartículas de NiSb₂O₆, 41
- Estudio de la resistencia al desgaste en el acero borurado AISI 1018 expuesto al proceso de recocido por difusión, 42
- Estudio de la susceptibilidad a la corrosión-erosión de ladrillos refractarios AZS, $\alpha\beta$ -Al₂O₃ y Al₂O₃, 43
- Estudio del comportamiento tribológico a alta temperatura de recubrimientos monocapa de Ti, TiN y bi-capas de Ti/TiN depositados por arco catódico, 86
- Estudio del efecto de la potencia y de la mezcla de gases en películas de TiN Para aplicaciones tribológicas, 44
- Estudio del efecto de molienda sobre propiedades de corrosión en la aleación Cu-20%wt Mo, 45
- Estudio del proceso de pulverización catódica reactiva mediante espectroscopía de emisión del plasma, 46
- Estudio tribológico del desgaste y comportamiento del coeficiente de fricción de algunos cerámicos dentales, 84
- Evaluación de la resistencia a la corrosión de una fundición nodular recubierta mediante niquelado químico, 47
- Evaluación del comportamiento tribológico de camisas de cilindro de motor usando un bio-lubricante fresco y envejecido aproximando su uso prolongado, 48

G

Grafting of primary amines onto polypropylene surface using gamma rays, for possible cell adhesion applications, 49

H

High production of silver nanoparticles using chemical reduction method, 80

I

Ice template $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ perovskite monolith, 50

Influencia de la intensidad de giro en flujos incidentes aplicado en ensayos de erosión-corrosión sobre acero API X-52, 51

Influencia de la rugosidad y temperatura para una grasa lubricante utilizada en curvas de sistemas ferroviarios, 51

Influencia del niquelado químico en la corrosión de una aleación fabricada por manufactura aditiva, 53

K

Kinetics of Formation of Fe_2B Layers on AISI S1 Steel, 54

L

Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Recubrimientos Avanzados, LIDTRA, 89

M

Mechanical and tribocorrosion properties of $\text{Zr}/\text{ZrN}/\text{CN}_x$ multilayers deposited by HIPIMS on $\text{Ti}_6\text{Al}_4\text{V}$ biomedical alloy, 91

Mechanical and tribological properties of the WC-W-a:C hierarchical multilayer thin film, 55

Mechanical properties and microstructural stability of CuTa/Cu composite coatings, 56

Mediciones de desgaste bajo diferentes condiciones de humedad relativa de recubrimientos de TiO_xN_y producidos por sputtering, 57

Modelado de la formación de óxido de silicio en sputtering reactivo con el software Co:Sputtering Simulation Reactive mode y Espectroscopia de Emisión Óptica, 58

Modelado del sistema reactivo presente en los sistemas de lubricación de motores de combustión interna, 58

Modelado del sistema reactivo presente en los sistemas de lubricación para motores de combustión interna, 92

Modificación de la capa de TiAlV producidas por DC Magnetron Sputtering por proceso Hidrotermal, 60

Modificación del comportamiento de la lubricación de aceites automotrices comerciales mediante la adición de rGO-MoSX , 61

N

Nanofluidos de óxido de grafeno biocompatibles para su aplicación en equipos industriales hidráulicos y de engranes, 85

O

Obtención y caracterización de recubrimientos de Ti y AlN sobre superficies de acero 304L, 62

P

Physical properties of carbon nanotubes deposited on semiconductor materials for photovoltaic devices, 63

Producción y caracterización de películas delgadas de ZnO para biosensores, 64

Propiedades mecánicas de apilamientos de bicapas TANX/TACX, 95

Propuesta de una metodología integral para la evaluación tribológica de engranajes de dientes rectos, 65

Prueba ISO 10993-5 aplicada a capas FeB-Fe₂B en acero AISI 316 L, 77

Pulsed laser annealing of amorphous ultra-thin films (2D) on flexible substrates, 93

R

Respuesta tribológica de pieles de serpiente, 66

S

Simulación de Desgaste Erosivo en Moldes Metálicos utilizados en la Fabricación de Corazones, 67

Study of the friction between a tire and hydraulic concrete using a British pendulum, 68

Study of the tribological behavior of ZRB₂/ZRB₂N coatings deposited on Ti6AL4V biomedical alloy by HIPIMS, 78

Study of the wear by reciprocating sliding of the UNS C63000 Aluminum-Nickel Bronze base and with thermal treatment of quenched and quenched-tempered, 69

Synthesis and characterization of BiFeO₃/ZnO heterojunction for photocatalysis applications, 70

T

Técnica multipass scratch aplicada en un acero H13 borurado y nitrurado, 71

Tribocorrosion behavior of Ti64/TiN Composites Fabricated by Solid State Sintering, 72

Tribological properties of non-asbestos brake pad material by using agave *Angustifolia* Haw fiber bagasse, 73

V

Variación microestructural en películas de TiO₂ con tungsteno depositadas sobre silicio (100) mediante co-sputtering, 74

Viscosímetro rotatorio didáctico, 75

¿Es el óxido de bismuto un óxido lubricante?

S. E. Rodil¹, G. Ramírez²

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, Ciudad de México

² Bruker Nano Surfaces, San Jose, CA, USA

ABSTRACT

Un material califica como lubricante sólido cuando su coeficiente de fricción está por debajo de 0.2, ya que valores superiores generan demasiada deformación en las interfases. Los lubricantes sólidos más comunes son aquellos que poseen una estructura atómica lamelar, la cual provee mecanismos de fácil deslizamiento de planos lo que facilita el movimiento relativo de las superficies en contacto. El grafito y los calcogenuros de metales de transición clasifican en esta familia y generalmente operan muy bien a bajas temperaturas ($< 300\text{ }^{\circ}\text{C}$) ya que a valores superiores, se oxidan y se pierden sus propiedades lubricantes. Para aplicaciones de altas temperaturas (AT), otro tipo de lubricantes sólidos son utilizados, tales como los metales preciosos, algunos fluoruros y óxidos. La lubricidad de estos es debida a que estos materiales pueden deformarse fácilmente (dúctiles) y/o a que a altas temperaturas se forman fases que tienen planos de fácil deslizamiento. Entre los óxidos metálicos, los más estudiados han sido el óxido de vanadio, de rutenio, tungsteno, titanio y molibdeno, para los que la lubricidad está asociada a la formación de fases de Magnelí a altas temperaturas. Las fases de Magnelí se caracterizan por una re-organización de las vacancias de oxígeno de tal forma que la distancia interplanar entre los cationes se incrementa permitiendo la formación de planos con bajo esfuerzo cortante o de fácil deslizamiento. Sin embargo, poco es conocido respecto de la formación de fases de Magnelí en óxidos de bismuto (Bi_2O_3), aunque si existen reportes que indican que el Bi_2O_3 presenta un bajo coeficiente de fricción (CoF) a AT. En este trabajo, mostramos que, incluso a temperatura ambiente, el CoF de películas de Bi_2O_3 producidas por magnetron sputtering está por debajo de 0.2. Esta respuesta es analizada y discutida en términos de las propiedades físico-químicas de las películas de óxido de bismuto.

Keywords: Óxido de bismuto, Sputtering, Crecimiento, Pin on Disk.

Sandra E. Rodil, srodil@unam.mx

Aluminum-Carbon nanocomposite produced by a high intensity toroidal planar hollow cathode (TPCH) plasma source for tribological applications

F. Maya¹, S. Muhl²

¹ *Facultad de Ciencias, UNAM, México, CDMX*

² *Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, México, CDMX*

ABSTRACT

To take advantage of nanoscale properties for tribological applications one must be able to control the size of the nanostructures as well as their mounting macroscopic structures (like films or matrices). Since most of the processes available to sinter Nanoparticles are not able to produce a perfectly mono-dispersed population, a refinement of the particle size distribution is usually necessary depending on the specific application. Among different processes for the production of nanoparticles, the gas phase are quite popular and in that sense, a system of hollow cathode planar toroidal plasma source was constructed. Aluminum-Carbon deposits at different gas flows and pressure argon were made in the system. Measurements of currents and voltages generated by the plasma source to different powers of the direct current source in a flow of argon gas were made. These numerous occasions were increasing the pressure in the chamber to have more data and to be certain to have correct and accurate data. The voltage-current relationship shown us that it can be seen that the higher the voltage, the current increases in a nonlinear way and this condition is the one that produces high-density plasma that is the condition to form nanoparticles. The study by scanning electron microscopy show us aluminum nanoparticles in a carbon matrix with a very narrow dispersion between 5 and 15 nanometers. The XPS show us that the amount of aluminum changes according to the plasma conditions

Keywords: TPCH, Aluminum, Carbon, Nanocomposite

Fermín Maya, fermr@ciencias.unam.mx

Análisis de coeficiente de fricción de acero AISI 4140 mediante pruebas tribológicas.

M. Paniagua¹, L. Béjar¹, A. Medina², A. López³, E. Huape¹

¹ *Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Cd. Universitaria. Morelia, Mich. México C.P. 58000.*

² *Instituto de Investigaciones en Metalurgia y Materiales, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Cd. Universitaria. Morelia, Mich. México C.P. 58000.*

³ *Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán, Xalapa Enríquez, Ver., México C.P. 91000.*

ABSTRACT

Las demandas actuales de acero en los sectores industriales hacen indispensable el uso de técnicas que provean una mayor durabilidad, resistencia al desgaste, corrosión y por consiguiente un aumento en la productividad y rentabilidad del material. Esto se puede lograr al efectuarse en él diferentes tratamientos superficiales. En el presente estudio se realizó un análisis acerca del comportamiento tribológico de distintas muestras de acero AISI 4140 nitruradas, con tratamientos térmicos de Temple a 850° y Recocido a 200°, 400° y 600°; mediante análisis Pin-Disco en un micro tribómetro marca CSM Instruments en el Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología (MICRONA) Región Veracruz.

De estas pruebas se obtuvieron resultados generados por el software InstrumX de la compañía CMS, los datos se obtienen en forma de una gráfica del coeficiente de fricción (μ) contra la distancia de deslizamiento, dándonos una idea del cambio en el coeficiente según el tratamiento utilizado.

Keywords: Tribología, Aceros con tratamientos superficiales, AISI 4140.

Manuel Alejandro Paniagua Ortiz, alejandro.paniagua1610@gmail.com

Análisis de dureza y propiedades tribológicas de una aleación de Ti6Al4V sometida a tratamiento térmico

Ana Karen García Rueda, Julián Hernández Torres, Leandro García González, Rebeca C. Rodríguez Jiménez

Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, C.P. 94294, Boca del Río, Veracruz, México.

ABSTRACT

En los últimos años la aleación de Ti-6Al-4V ha recibido gran atención por los investigadores, debido a sus excelentes propiedades, tales como la baja densidad, bajo módulo de elasticidad, biocompatibilidad y sobresaliente resistencia a la corrosión en comparación con aleaciones más convencionales de acero inoxidable y cobalto. No obstante, el comportamiento de desgaste de esta aleación ha limitado su uso en muchas aplicaciones. Por lo cual, actualmente los estudios se concentran en desarrollar una nueva técnica para progresar este defecto y con ello ampliar el rango de aplicación de la aleación. Una técnica de bajo costo y viable procedimiento que se considera para cambiar la superficie de un material y con esto mejorar la resistencia al desgaste y aumentar la dureza del material es a través del tratamiento térmico de la aleación de Ti6Al4V. En este trabajo se pulió la aleación Ti6Al4V hasta un acabado tipo espejo, y posteriormente fueron tratadas térmicamente a temperaturas de 450, 750 y 1000 °C por 2 horas. Los valores de dureza fueron medidos antes y después de cada tratamiento, mediante un microdurómetro Vickers, aplicando cargas de 0.5 a 0.05 Kgf, encontrando valores entre 2.95 GPa y 13.97 GPa, siendo este último valor para la aleación con tratamiento térmico de 750°C, sin embargo al evaluar la muestra a 1000 °C se observó que posee una dureza de 10.82 GPa, lo anterior se debe a la dificultad que se tiene para realizar las mediciones puesto que a través de un microscopio óptico se apreció que la microestructura del óxido es rugosa. Por otra parte, se realizaron pruebas tribológicas usando un microtribómetro CSM y balines de acero 100Cr6, estimando la tasa de desgaste mediante la ayuda de un perfilómetro. La tasa de desgaste de la aleación sin tratamiento térmico fue de $6.56 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 \text{N}^{-1} \text{m}^{-1}$ y tendió a disminuir hasta un valor máximo de $4.38 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 \text{N}^{-1} \text{m}^{-1}$ correspondiente a la aleación con tratamiento térmico de 750 °C; en lo que respecta a la muestra de 1000 °C la determinación de tasa de desgaste no se logró debido a que la capa de óxido se desprendía.

Keywords: aleación, térmico, dureza, desgaste.

Ana Karen García Rueda, a-k_08@hotmail.com

Análisis del comportamiento frente al desgaste y tribocorrosión en películas de nanotubos de titanio crecido mediante anodización.

I. Farías¹, L. Olmos², M. Flores¹, O. Jimenez¹

¹ *Departamento de Ingeniería de Proyectos, Universidad de Guadalajara, 45100, Zapopan, Jalisco, México.*

² *Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra - INICIT, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58060, Morelia, Michoacán, México*

ABSTRACT

Los nanotubos Titanio (NT) son atractivos debido a sus propiedades y factibilidad de fabricación. Por ejemplo, a través del método de anodización electroquímica. Además, han mostrado aplicaciones potenciales que incluyen sensores de hidrógeno, generación fotoelectroquímica de hidrógeno, reducción fotocatalítica de dióxido de carbono en hidrocarburos, materiales biomédicos, etc. En este trabajo, se crecieron NT por métodos de anodización simple en titanio grado 2 con cupones de dimensiones 25X25X2 mm, usando 3 diferentes electrolitos basados en etilenglicol (EG) y proporciones de agua destilada, también, se usaron diferentes voltajes y tiempos para promover la formación de diferentes nanoestructuras. Después, los NT se trataron a 450 °C durante 1 hora bajo condiciones atmosféricas con el fin de promover la cristalización de la estructura amorfa inicial. Además, la tasa de corrosión se calculó mediante cálculos de extrapolación de Tafel. Se llevaron a cabo pruebas de Tribocorrosión y desgaste en seco en modo recíprocante, a 0.5 N sobre los nanotubos de NT. El i_{corr} es notablemente inferior en los nanotubos tratados térmicamente, al mismo tiempo presentan una mejor tendencia a la corrosión durante la prueba de tribocorrosión. En los estudios de CoF en condiciones secas, el comportamiento muestra una fuerte dependencia de la altura de los NT que se estimó en 390, 580 nm y 5 μ m, para el crecimiento de NT en electrolitos acuoso, mixto y orgánico, respectivamente. Los resultados de la caracterización de la difracción de rayos X confirman la presencia de anatasa como el principal constituyente de fase de TiO₂ después del tratamiento térmico. Por otro lado, NT de titanio puede incrementar apreciablemente el comportamiento de CoF durante la prueba de deslizamiento en condiciones secas. Sin embargo, durante la prueba de tribocorrosión los valores de CoF son muy similares entre sí. El conjunto de TNT tiene las propiedades electroquímicas adecuadas para usar como implante biomédico.

Keywords: nanotubos de titanio, desgaste, Caracterización, Corrosión.

Iván Gerardo Farías Velázquez, ivan.farias@alumnos.udg.mx

Análisis y mejora tribológica de prótesis tumoral de rodilla

T. De la Mora Ramirez¹, I. Hilerio Cruz¹, M.A. Doñu Ruiz², N. López Perrusquia², E.D. García Bustos³, D.V. Melo Maximo⁴, M. Flores Martinez³, S. Muhl Saunders⁴

¹Doctorado Ciencias e Ingeniería, CBI, UAM unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180, Reynosa Tamaulipas, 02200 Ciudad de México, CDMX

²UPVM, Av Mexiquense s/n, esq Av Universidad Politécnica, Villa Esmeralda, 54910 Tultitlán de Mariano Escobedo, Méx. Grupo de Investigación Ciencia e Ingeniería de Materiales.

³U.deG., CUCEI, Boulevard Marcelino García Barragán 1421, Olímpica, 44430 Guadalajara, Jalisco.

⁴ITESM, Av. Lago de Guadalupe KM 3.5, Margarita Maza de Juárez, 52926 Cd López Mateos, Estado de México.

⁵IIM, UNAM, Circuito Exterior S/N, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, CDMX.

ABSTRACT

En el presente trabajo, se realizó un análisis de una prótesis tumoral de rodilla de material de aleación de titanio biomédico de grado 5 (Ti6Al4V) y polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE). Se utilizó un modelo tridimensional de la prótesis, con análisis de elementos finitos (FEA), se obtuvo la fuerza de contacto (CPRESS), la cual es una variable de salida del software de elementos finitos ABAQUS que analiza el contacto mecánico entre dos superficies en la zona de contacto entre el buje y perno de carga de la prótesis, validando los resultados con las ecuaciones de contacto de Hertz. La carga aplicadas durante el análisis fueron referenciadas al fenotipo masculino del paciente mexicano con un peso entre 70 kg y 1.65 m de altura. El análisis CPRESS se realizó simulando la actividad de subir escaleras con un ángulo de inclinación de 83° de flexión del fémur con respecto a la tibia, con una carga aplicada a la prótesis de 3.5 veces el peso corporal del paciente. Se realizó una mejora de las propiedades tribológicas del UHMWPE a través de la modificación morfológica de su textura superficial. Las probetas se realizaron mediante impresión 3D para producir texturas geométricas circulares a diferentes densidades con respecto a una distribución uniforme en la superficie de la muestra de 5, 10, 20 y 40%. Se realizaron pruebas de micro-abrasión usando probetas de UHMWPE con y sin textura, utilizando una bola de acero 52100 de una pulgada de diámetro. A través de perfilometría 3D, se obtuvo la tasa de desgaste y la constante de desgaste de las probetas para obtener la textura más adecuada.

Keywords: UHMWPE, elemento finito, prótesis de rodilla, tribología

T. De la Mora Ramirez, tomas.delamora@tesjo.edu.mx

Application of fuzzy-based Taguchi method for the optimization of tribological performance of a DLC coating

J. Solis¹, S.S. Roblero¹, O.A. Gómez¹, J. Oseguera²

¹*TecNM/DEPI-Instituto Tecnológico de Tlalnepantla. Av. Mario Colin S/N, Tlalnepantla, Edo. de Méx. 54070 México.*

²*Instituto Tecnológico y de Superiores de Monterrey campus Estado de México, Carretera Lago de Guadalupe km 3.5, Atizapán Edo. Méx., 52926 México.*

ABSTRACT

DLC coatings have a wide range of industrial applications due to their remarkable tribological, mechanical and anticorrosive properties. Thin films are being increasingly used due to its high wear resistance and low coefficient of friction. In this work, an experimental research of tribological behaviour of a hydrogenated DLC coating under dry condition on a pin-on-disc and oscillating tribotester is carried out. The wear and friction tests are undertaken based on Taguchi's L_9 orthogonal array accounting three main factors, namely, contact pressure, sliding speed and sliding distance. Experimental results are further examined to obtain the optimum friction and wear characteristics simultaneously utilising fuzzy logic analysis. The optimal combination is achieved at the lowest levels of all the three tribological factors. Analysis of variance is used to find the percentage contribution of each factor and their interactions on the responses. 2D surface and contour plots are used to study the variations of wear depth and coefficient of friction with the related factors. Surface morphology, diffused phases in the layer analysis, wear mechanism and layer composition analysis are done with the help of scanning electron microscopy, X-ray diffraction and energy dispersed X-ray analysis, respectively.

Keywords: Hydrogenated DLC, tribology, wear, friction, Taguchi, fuzzy logic.

José Solis Romero, jsolis@ittla.edu.mx

Caracterización de Espumas Metálicas base Titanio sometidas a corrosión electroquímica

A. Méjía¹, L. Béjar², A. Medina³, E. Huape², C. Aguilar⁴

¹ Alumno de Posgrado de la Fac. de Ing. Mecánica, UMSNH, Morelia

² Facultad de Ingeniería Mecánica, UMSNH, Morelia

³ Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, UMSNH, Morelia

⁴ Departamento de Ingeniería metalúrgica y Materiales, USM, Valparaiso

ABSTRACT

En el presente trabajo se estudia la resistencia a la corrosión electroquímica de espumas metálicas base titanio, fabricadas por mezcla metálica durante 30 minutos a una frecuencia de 60 Hz, fueron compactadas a 430 MPa para obtener las espumas en verde, posteriormente se sinterizaron en un horno convencional a una temperatura de 1200 °C para eliminar el Carbonato de amonio utilizado como espaciador. Las muestras fueron devastadas hasta un tamaño de grano de 2000. Posteriormente se limpiaron por ultrasonido durante 30 minutos en alcohol. Las técnicas electroquímicas utilizadas fueron polarización potenciodinámica, resistencia a la polarización lineal (RPL) técnica utilizada para obtener la medición de velocidad de corrosión, estableciendo la relación entre la densidad de corriente de corrosión, con la resistencia a la polarización. Las pendientes de Tafel se determinaron mediante ajuste lineal de los datos de polarización potenciodinámica en el rango ± 100 mV frente a OCP (potencial de circuito abierto), las muestras fueron corroídas en saliva artificial con un pH de 7.4 a 37° C. Se realizaron mediciones potenciodinámicas en una celda electroquímica convencional. Todos los potenciales se midieron frente a un electrodo de calomel saturado (SCE) como electrodo de referencia y un contraelectrodo de barra de grafito, las espumas metálicas base titanio fueron los electrodos de trabajo. Las pruebas se llevaron a cabo variando el potencial entre - 1550 a ± 1500 mV/ECS frente a potencial de circuito abierto (OCP) a una velocidad de escaneo de 1,0 mV/s. Las mediciones de espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) se llevaron a cabo dentro del rango de frecuencia de 10 kHz a 0.01 Hz, aplicando una señal sinusoidal de 30 mV en amplitud vs. OCP. Antes de comenzar las pruebas de EIS, las muestras se sumergen en saliva artificial a 37 °C durante una hora, para estabilizar el valor de OCP (entre ± 5 mV de fluctuación) y ± 0.5 °C en las fluctuaciones de temperatura. Las mediciones de LPR fueron obtenidas cada 10 minutos durante un período de 24 horas a una velocidad de escaneo de 1,0 mV/s entre una ventana de escaneo de ± 15 mV. A partir de RPL se obtuvieron los valores para graficar la curva de polarización y determinamos la resistencia a la polarización. Así mismo se realizó Microscopía Electrónica de Barrido +EDS.

Keywords: Corrosión, LPR, Espumas Metálicas, EIS.

Abraham Mejía, ingelectricaaahm@hotmail.com

Caracterización del desgaste micro abrasivo en cojinetes de deslizamiento automotriz

A. Hernández-Peña¹, L. I. Farfan-Cabrera², E. A. Gallardo-Hernández¹

¹ Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME, UZ, IPN, Grupo de Tribología, Col. Lindavista, Ciudad de México C.P.07738, México

² Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla, Vía Atlixcáyotl 2301, Reserva Territorial Atlixcáyotl, C.P. 72453, Puebla, México.

ABSTRACT

Este trabajo tiene como objetivo investigar el desgaste micro-abrasivo que sufren los cojinetes de deslizamiento automotriz en dos materiales. Estos componentes principalmente se usan en equipos donde se presenta alta velocidad, por ejemplo, máquinas de combustión interna y turbinas, los cuales comúnmente fallan debido al desgaste generado por adhesión, fatiga, corrosión, erosión, cavitación y principalmente abrasión; siendo este último uno de los más comunes. La abrasión es generada por el efecto de micro-partículas duras ($<10\ \mu\text{m}$) provenientes del desgaste de otros componentes, o incluso, de los mismos cojinetes, y que se encuentran suspendidas en el lubricante propiciando abrasión de tres cuerpos en el par tribológico (cojinete/eje) durante la operación del motor. Por otro lado, se realizaron pruebas de micro-abrasión en dos diferentes cojinetes de deslizamiento comerciales, uno de ellos presenta dos recubrimientos de Pb-Cu-Al y Cu-Al sobre un sustrato de acero mientras que el otro está constituido por un recubrimiento de Sn-Al-Si y un sustrato de acero. Las pruebas fueron llevadas a cabo para evaluar la resistencia a la abrasión de tres cuerpos bajo dos cargas (0.5 y 1 N) a distancias de deslizamiento progresivas (3.99-15.99m), usando un lodo a base de agua destilada y micro-partículas de SiC como agente abrasivo en una máquina tribológica de micro-abrasión TE-66. Las huellas de desgaste obtenidas fueron caracterizadas mediante microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM). Las características de desgaste encontradas fueron patrones de desgaste abrasivo, incluyendo, indentación de partículas de SiC, cavidades y surcos (grooving). Los volúmenes de desgaste producidos fueron medidos mediante perfilometría de contacto y microscopía óptica. Como resultados se encontró que el cojinete con recubrimiento de Sn- Al-Si presentó una resistencia al desgaste de $123.60\ \text{mN}/\text{mm}^3$ mientras que el cojinete con recubrimiento de Pb-Cu-Al fue de $1019.65\ \text{mN}/\text{mm}^3$, siendo este último más resistente al desgaste, debido a su alta ductilidad, lo que propició que una gran cantidad de partículas de SiC se adhirieran fácilmente al indentar el material en la zona de contacto, formando una capa protectora ante el desgaste micro-abrasivo.

Keywords: Micro abrasión, recubrimiento, resistencia al desgaste, cojinete de deslizamiento.

Andys Hernández Peña, Andys400@hotmail.com

Caracterización electroquímica del AISI 418 utilizado en la industria aeronáutica

M. Guzmán Tapia¹, G. Domínguez Almaraz¹, B. Bermudez-Reyes², G. Mondragón³, I. F. Zúñiga Tello¹, A. Ruiz Vilches¹

¹ Posgrado en Ciencias en Ingeniería Mecánica, UMSNH, Morelia, Michoacán.

² Centro de Investigación e innovación en Ingeniería Aeronáutica (CIIA), UANL, Nuevo León.

³ Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), Querétaro.

ABSTRACT

En México, la industria aeronáutica ha tenido un crecimiento económico anual del 17% desde el 2004, es una industria que emplea a más de 45,000 personas de diferentes niveles académicos y profesionales en 330 empresas y en el 2016 exportó más de 7,164 millones de dólares. Uno de los problemas más frecuentes que presenta la industria aeronáutica es la corrosión; esto se debe a: el ataque químico, la contaminación y la degradación progresiva de los materiales por parte del medio ambiente. Los contaminantes pueden ser: partículas ácidas, básicas y suspendidas. El agrietamiento por corrosión bajo tensión (SCC) es un mecanismo de fractura progresiva en varios sitios de corrosión localizada, ya sea por picadura o ataque intergranular; se genera a partir de efectos simultáneos de un ambiente corrosivo (tipo de pH, concentración de especies agresivas y temperatura) y tensiones mecánicas (tensión, compresión, flexión, torsión, etc.) bajo condiciones normales de operación de la aeronave (ignición, aceleración, empuje, despegue, vuelo, aterrizaje y apagado). Las aeronaves, las naves espaciales y sus componentes están sujetos a agrietamiento por corrosión bajo tensión, causando debilitamiento. Además, la concentración de tensión puede deberse a orificios e inclusiones en la microestructura, que inducen fracturas dúctiles o frágiles; además de las tensiones residuales debidas a los procesos de fabricación (mecanizado, soldadura, etc.). En este trabajo, aplicamos el procedimiento de inmersión de acero inoxidable AISI 418 en una solución de NaCl al 3.5% por 30 días de acuerdo con la Agencia Espacial Europea (ESA) según la especificación ECSS-Q-ST-70-37-C "Determinación de la susceptibilidad de los metales al agrietamiento por corrosión bajo tensión", y después de la inmersión se llevó a cabo una prueba de tensión, para determinar la susceptibilidad en acero inoxidable AISI 418 a temperatura ambiente. Este método se aplica a todos los nuevos metales estructurales, aleaciones y superaleaciones. También se realizó una caracterización electroquímica del material AISI 418 como son los diagramas de Nyquist y curvas de polarización de Tafel en el medio de NaCl al 3.5 %, para determinar la resistencia a la corrosión de este material, del cual no existe información en papers de investigación científica.

Keywords: AISI 418, Diagramas Nyquist, Curvas de Tafel.

Manuel Guzmán Tapia, manolo.guzta@gmail.com

CO and C₃H₈ detection using the surface of pellets manufactured with MgSb₂O₆

Alex Guillén Bonilla¹, Jorge Alberto Ramírez Ortega², Héctor Guillén Bonilla², Karina Viridiana Chávez Hernández³, José Trinidad Guillén Bonilla⁴, Víctor Manuel Soto García³ y Martín Flores Martínez¹

¹*Departamento de Ciencias Computacionales e Ingenierías, CUVALLES, Universidad de Guadalajara, Carretera Guadalajara-Ameca Km 45.5, 46600, Ameca, JAL, México.*

²*Posgrado en Ciencia de Materiales, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. M. García Barragán 1421, C.P. 44410, Guadalajara, Jalisco, México.*

³*Departamento de Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. M. García Barragán 1421, C.P. 44410, Guadalajara, Jalisco, México.*

⁴*Departamento de Electrónica y Computación, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. M. García Barragán 1421, C.P. 44410, Guadalajara, Jalisco, México.*

ABSTRACT

The capacity of MgSb₂O₆ oxide to detect different concentrations of carbon monoxide (CO) and propane (C₃H₈) through the surface of pellets made with MgSb₂O₆ material was investigated in this work. The synthesis of the compound was done using the colloidal method in the presence of ethylenediamine. The crystalline phase was confirmed by X-ray diffraction, possessing a tri-rutile-type structure with cell parameters $a = 4.64 \text{ \AA}$ and $c = 9.25 \text{ \AA}$, and space group P4₂/mnm. The morphology, the porosity and the particle size were analyzed by means of scanning electron microscopy (SEM), observing the presence of rods with lengths in the range of 0.2 to 1.6 μm , approximately. For a finer microstructure analysis of the material, a transmission electron microscope (TEM) was employed. It was possible to observe the formation of nanorods with a length of 86 nm and a diameter of 23.8 nm, approximately. For the testing of the gases, pellets were produced with powders of MgSb₂O₆ oxide calcined at 800 °C. The pellets were exposed to atmospheres of CO and C₃H₈ at different concentrations and operating temperatures (100-300 °C). The results show that MgSb₂O₆ presents a high sensitivity in CO and C₃H₈ atmospheres, allowing it to be used as gas sensor.

Keywords; Surface, pellets, detection, gases

Alex Guillén Bonilla, alexguillenbonilla@gmail.com

Comportamiento del Coeficiente de fricción en superficies de aceros AISI 316L y AISI 1020 borurados

D. Sánchez Huerta¹, E.D. García Bustos², L. Melo Maximo³, D.V. Melo Maximo³, I. Hilerio Cruz¹, N. López Perrusquia⁴, M. Flores Martinez², S. Muhl Saunders⁵

¹Doctorado Ciencias e Ingeniería, CBI, UAM unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo Xalpa 180, Reynosa Tamaulipas, 02200 Ciudad de México, CDMX

²U.deG., CUCEI, Boulevard Marcelino García Barragán 1421, Olímpica, 44430 Guadalajara, Jalisco.

³ITESM, Av. Lago de Guadalupe KM 3.5, Margarita Maza de Juárez, 52926 Cd López Mateos, Estado de México.

⁴UPVM, Av Mexiquense s/n, esq Av Universidad Politécnica, Villa Esmeralda, 54910 Tultitlán de Mariano Escobedo, Méx. Grupo de Investigación Ciencia e Ingeniería de Materiales.

⁵IIM, UNAM, Circuito Exterior S/N, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, CDMX.

ABSTRACT

Se estudia el comportamiento del Coeficiente de fricción en un recubrimiento de boro aplicado a dos aceros (AISI 316L y 1020) mediante la técnica de polvo en caja, para el TTQ se utiliza una temperatura de 800 °C con dos tiempos de incubación (1 y 2 h) para cada acero; los ensayos tribológicos se realizan mediante tribómetro recíprocante, se utiliza dos contra cuerpos de Al₂O₃ con diámetro de 5 y 10 mm para cada condición experimental y se aplican cargas normales de 1, 2 y 3 N en cada contra cuerpo; por DRX se caracteriza la formación de boruros; mediante perfilómetro óptica se analiza la topografía superficial, por último, se evalúa con microscopía óptica la formación y espesores de las fases de boro.

Keywords: Coeficiente de fricción, AISI 316L, AISI 1020, Borurado, Pin-on-disk.

Daniel Sánchez Huerta, ingenierodaniel@outlook.com; dansanhue@gmail.com

Comprendiendo efectos de superficie en nanoaleaciones bimetálicas

Rafael Mendoza-Pérez, Amin Bahrami, and Stephen Muhl

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, CDMX.

ABSTRACT

Los materiales nanoestructurados exhiben propiedades extraordinarias que son significativamente diferentes a las de sus contrapartes en bulto. Las aleaciones metálicas nanométricas presentan una capacidad potencial para elaborar dispositivos con dimensionamiento nanoestructurado y funcionalidades diseñadas a modo. En este trabajo examinamos análisis recientes de efectos de tamaño, forma y superficie en nanoaleaciones bimetálicas, que incluyen Au-Ag, Ni-(Pt, Pd, Rh, Ir y Co), Ag-Bi, Pt-Pd y Mo-(Nb, Ta, V y W), obtenidos mediante un enfoque Nano-Termodinámico. También mostramos la función de los diagramas de fases de nanoaleaciones bimetálicas como proveedores de información preliminar, relacionada con métodos fuera de equilibrio utilizados para generar nanopartículas. Finalmente, discutimos la manera en la que los resultados derivados del enfoque Nano-Termodinámico se enfocan en entender el modo en que los efectos de tamaño, forma y superficie de las nanopartículas cambian las propiedades de la aleación, con el objetivo de lograr hacer un sistema hecho a la medida de una aplicación específica.

Keywords: Efectos de superficie, tamaño y forma, diagramas de fases, aleaciones bimetálicas, Nano-Termodinámica.

Rafael Mendoza Pérez, ramenpz@gmail.com

Corrosion behavior and characterization of ti-tio₂ thin films deposited on MgZnCa alloys

B. Millán¹, S. Rodil¹, J. Victoria-Hernandez², S. Yi², D. Letzig²

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, Cd. de México, México.

² Innovation Centre, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Germany.

ABSTRACT

Magnesium (Mg) and its alloys are currently widely researched for orthopedic applications, since their mechanical properties are more adequate to balance load transfer between bone and implant, but also due to its biodegradability. However, the disadvantage is that the degradation rate of the Mg alloys is still too fast. Different efforts have been tried to extent the degradation rate of the alloy in order to match it with bone self-healing time. In this work, we are investigating the use of titanium oxide coatings deposited by physical vapor deposition techniques on of Mg_{0.6}Zn_{0.6}Ca alloys produced by the Helmholtz magnesium research center. Moreover, it is also important to reduce the formation of hydrogen bubbles and OH⁻ ions during the initial stage of the degradation. The corrosion behavior of coated and uncoated MgZnCa alloys was evaluated for different combinations of the thickness of Ti, acting as a bonding buffer layer, and TiO₂ double layers using deionized water and Hartmann solution as electrolytes. The results indicated that TiO₂ film thickness ranging from 120-260 nm are not enough to improve the corrosion resistance of the MgZnCa alloy substantially, independently of the thickness of the Ti buffer layer. Such unexpected results seem to be a consequence of chemical reactions between the Ti-based films and the magnesium.

Keywords: corrosion, thin films, titanium oxide, magnesium.

Benjamín Millán, bmillan@ciencias.unam.mx

Crecimiento y estructura de recubrimientos de óxido de Cromo-Titanio

A. Delgado, A. Bahrami, C. Onofre, S. E. Rodil

Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.

ABSTRACT

Los nitruros de aleaciones Cr-Ti han sido ampliamente estudiados demostrando que hay una formación de soluciones sólidas cuando se depositan a temperaturas por debajo de 400 °C y a altas temperaturas se separan formando multi-fases. Similarmente, los recubrimientos de aleaciones Cr-Ti alloy se han estudiado para mejorar la resistencia a la corrosión de recubrimientos de Cr puro y los titanatos de cromo ($\text{Cr}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_y$) se han utilizado comercialmente desde hace varios años en la producción de sensores de gas basados en óxidos metálicos. Sin embargo, no hay mucha información sobre el proceso de crecimiento y la estructura de estos recubrimientos de óxidos de CrTi (CTO). En este trabajo, se depositaron recubrimientos de CTO sobre sustratos de acero y de silicio utilizando un sistema de magnetron sputtering reactivo a partir de un blanco cristalino de 50Cr-50Ti. Los recubrimientos fueron depositados aumentando el flujo de oxígeno en la cámara: flujos de oxígeno de 1, 1.5, 2, 2.4 and 4.8 sccm con un flujo complementario de Ar fueron utilizados, obteniendo un flujo total de gas de 24 sccm. Todos los recubrimientos fueron amorfos y presentaron una alta incorporación de oxígeno, la cual se incrementaba ligeramente al aumentar el flujo de O_2 , pero se saturó alrededor de 65 at%. Se seleccionaron las condiciones de flujo de O_2/Ar igual a 1.5 (6.6 % de oxígeno) para producir más recubrimientos y evaluar el efecto de tratamientos térmicos en la estructura. Para estos, se hicieron recocidos a 200, 400, 500, 600 y 800 °C por 2hr en el aire. Los recubrimientos fueron analizados con espectroscopia de fotoelectrones para obtener la composición, difracción de rayos-X (DRX) y microscopía electrónica, para estudiar la estructura y morfología, respectivamente. Los resultados muestran que los recubrimientos mantienen su estructura amorfa hasta los 500 °C. A mayores temperaturas, se forman cristales de Cr_2O_3 , los cuales se observan segregados hacia la superficie y el titanio permanece dentro de una capa amorfa de CTO.

Keywords: Óxidos de metales de transición, Sputtering, Crecimiento, Estructura.

Arturo Delgado, artur2del@gmail.com

Crecimiento y monitoreo in-situ de películas delgadas de nitruro de titanio (TiN) por erosión iónica reactiva

M. Peralta Arriola³, N. Abundiz Cisneros¹, R. Machorro Mejía², R. Sanginés¹

¹ CONACYT, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 14, Ensenada, B.C. 2800, México

² Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 14, Ensenada, B.C. 2800, México

³ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Tijuana-Ensenada 3918, Fraccionamiento Zona Playitas, Ensenada, B.C. 22860, México

ABSTRACT

Las películas delgadas tienen muchas e importantes aplicaciones en distintas áreas, al otorgar propiedades superficiales únicas. En particular, en la técnica de erosión iónica se ha observado que el controlar el proceso de crecimiento, permite obtener películas reproducibles.

En el presente trabajo se realiza el estudio en tiempo real del crecimiento de películas delgadas de nitruro de titanio por medio de elipsometría espectroscópica y espectroscopia de emisión óptica (OES), con el objeto de encontrar las condiciones ideales de depósito del material. En el trabajo se logra obtener la relación de la tasa de crecimiento y el índice de refracción de las películas respecto a la variación de parámetros de presión, potencia y flujo de gases. Por otra parte, por medio de espectroscopia de emisión óptica se monitorean las especies involucradas en el plasma durante el proceso de limpieza y crecimiento de las películas.

Keywords: Erosión iónica, elipsometría, monitoreo óptico, nitruro de titanio.

Miriam Peralta Arriola, mperalta@cicese.edu.mx

Deposición de películas de TiN en superficies de acero 304L mediante Pulsos de Ultra Alta Potencia

Esau Espinoza Rodríguez¹, J.E. Oseguera Peña², L. Melo Maximo², D.V. Melo Maximo², A. E. Murillo S.², A. López Velasquez³

¹Licenciatura en ingeniería mecánica, FIME UV Campus Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán, Centro, 91000 Xalapa Enríquez, Ver.

²ITESM, Av. Lago de Guadalupe KM 3.5, Margarita Maza de Juárez, 52926 Cd López Mateos, Estado de México.

³ Laboratorio de Tribología FIME, UV Campus Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán, Centro, 91000 Xalapa Enríquez, Ver.

ABSTRACT

Se estudiaron las características, mecánicas y micro estructurales de películas de TiN aplicadas como recubrimiento a un acero 304L mediante la técnica de Pulsos de Ultra Alta Potencia (HIPIMS). Para el crecimiento de la película se utilizaron diferentes valores de potencia, voltaje y corriente con una duración de 5 minutos por cada recubrimiento; los ensayos tribológicos se realizaron mediante pin-on-disk con variación de carga de 1N y 5N, además de una duración de 27 minutos por cada prueba; para DRX por Haz Rasante se caracterizaron el contenido de compuestos la orientación; mediante microscopia electrónica de barrido, EDS y mapeo por elementos se analizaron las características superficiales, la formación y los espesores de las películas de TiN, por ultimo de analizó la dureza mediante Nano Indentacion.

Esau Espinoza Rodríguez, 941014.ee@gmail.com, zs13011046@estudiantes.uv.mx

Efecto de la capa de adhesión de Al en la rugosidad de películas de AlN para biosensores tipo OAS útiles en la detección del biomarcador HER2

J.E. Ortega¹, A.E. Murillo¹, B. García-Farrera, D.V. Melo-Máximo¹, L. Melo-Maximo¹, J. Oliva-Ramírez¹, F.J. Flores-Ruiz², O. Salas¹, J. Oseguera¹

¹ *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Estado de México, México.*

² *Instituto de Física Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Mexico.*

ABSTRACT

Se fabricaron películas delgadas de nitruro de aluminio (AlN) mediante la técnica de evaporación catódica reactiva con una fuente de corriente directa. Las muestras se produjeron con y sin capa de adhesión de aluminio (Al); también se varió la potencia. Las condiciones del depósito del AlN se mantuvieron constantes. Las muestras se analizaron por microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido y difracción de rayos-x. La piezoelectricidad fue evaluada mediante microscopía de fuerzas piezoeléctricas. Finalmente se biofuncionalizaron las superficies para el reconocimiento específico del biomarcador HER2 y se verificó la presencia del recubrimiento por el método de ELISA. Los resultados indican que las películas delgadas de AlN fabricadas presentan estructura hexagonal orientada a lo largo del eje c. La respuesta piezoeléctrica es homogénea y lineal a los cambios de voltaje. En la microestructura se observan macropartículas cuando se usa capa de adhesión, éstas tienen influencia en la rugosidad final. Se observa buena adhesión del recubrimiento en el sustrato. Posterior a la caracterización se realizó la biofuncionalización de las superficies para el reconocimiento del biomarcador HER2 que permite identificar células específicas del cáncer de mama, ya que este biomarcador se expresa en células que sufren algún cambio morfológico y estructural, los resultados indicaron que el acoplamiento que hubo entre el recubrimiento y el biomarcador se realizó de una manera adecuada. En este trabajo se muestra que hay un efecto considerable de los parámetros del proceso en las propiedades finales del recubrimiento y el acoplamiento del biomarcador, se observó que el AlN en estas condiciones puede ser utilizado como una película piezoeléctrica en un sensor de onda acústica de superficie (OAS).

Keywords: AlN, Cáncer de seno, HER2, Biosensores OAS.

José Erick Ortega Valencia, kcire_esojorva@hotmail.com

Efecto de la topología en el comportamiento mecánico en diferentes materiales impresos en 3D

G.J. Pérez Mendoza^{1,2}, M. A. Doñu Ruiz¹, A. Miranda Cid², H. Y. Hernández Acosta², N. López Perusquia¹, C. R. Torres San Miguel³.

¹Universidad Politécnica del Valle de México¹. Grupo Ciencia e Ingeniería de Materiales Avenida Mexiquense s/n, esq. Universidad Politécnica, Col. Villa Esmeralda, Tultitlán. C.P. 54910, Estado de México.

²Universidad Politécnica del Valle de México². Grupo de Investigación en Biomecatrónica. Avenida Mexiquense s/n, esq. Universidad Politécnica, Col. Villa Esmeralda, Tultitlán. C.P. 54910, Estado de México.

³Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME-Zacatenco, Grupo de Biomecánica. Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Gustavo A. Madero, Zacatenco, 07738 Ciudad de México

ABSTRACT

Los polímeros biodegradables y de baja densidad tienen demanda en la industria manufacturera, cuyas aplicaciones se emplean en el área biomecánica para la fabricación de equipos de rehabilitación, exoesqueletos, férulas para humanos y mascotas, como en aparatos para fisioterapia. Debido a ello se estudian las propiedades mecánicas del material; PLA ('ácido láctico'), y filamento fibra de carbono (80% ABS). Probetas de tracción bajo norma ASTM D638-02a, fueron realizadas con impresión en 3D con máquina Prusa I3 Metal a temperatura de extracción constante 200 y velocidad 40mm/s de deposición de material con topología con densidad 40 y 80% con morfología interna hexagonal y 100 % sólida.

Ensayos de tracción se realizaron en una máquina universal Shimadzu Autograph AG-X con una velocidad de 1 mm/min, para cada condición con diferentes topologías. Los resultados obtenidos de esfuerzo de fluencia con rango de 35.06-39.57 de MPa. y 37.85- 38.50MPa para el PLA y FC, respectivamente.

Keywords: Topología, Propiedades mecánicas, Impresión 3d, Polímeros.

Gerardo Julián Pérez Mendoza, geras493@hotmail.es

Efecto del aporte térmico en la resistencia a la corrosión de un recubrimiento de acero inoxidable martensítico depositado por soldadura

E. Huape¹, A. Medina², H. Carreón², L. Béjar¹.

¹ Facultad de Ingeniería Mecánica, UMSNH, Morelia, Michoacán.

² Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, UMSNH, Morelia, Michoacán.

ABSTRACT

En el proceso de colada continua, los rodillos se utilizan para la contención, soporte, conducción y transporte de la losa. Para extender substancialmente la vida útil de los rodillos, la superficie está cubierta con una capa resistente al desgaste llamada “revestimiento duro” el cual es aplicado por medio de soldadura de recargue para mejorar las superficies que se encuentran sometidas a desgaste severo, oxidación o corrosión de los rodillos. El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto del aporte térmico en la resistencia a la corrosión de un acero inoxidable martensítico AISI 414-N aplicado como revestimiento duro en agua de mar sintética. El proceso de soldadura para la aplicación de los recargues fue por medio de soldadura de arco con electrodo tubular (FCAW), los principales parámetros utilizados en el proceso de soldadura fueron: voltajes de arco de 26 V, 28 V y 30 V, corriente de soldadura de 300 A, velocidad de soldadura de 2.0 mm/seg, Stick-out 28 mm. El calor aportado se calculó mediante la potencia del arco, el cual se expresa en unidades eléctricas como el producto de la corriente de soldadura y la diferencia de voltaje entre el electrodo y el metal base, dividido por la velocidad de avance de la soldadura. Para simular las condiciones del agua de mar se realizó con agua destilada y reactivos grado analítico con p.H. 8.2. Las pruebas electroquímicas fueron desarrolladas usando un instrumento ACM potencióstato controlado por computadora. Todos los potenciales fueron medidos usando un electrodo de Calomel Saturado (SCE) como electrodo de referencia y una barra de grafito como electrodo auxiliar, las mediciones se llevaron a $19^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ y el volumen de la solución fue de 60ml. Las técnicas electroquímicas fueron polarización potenciodinámica y espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS). Los resultados indican que todos los recargues presentan una estructura martensítica de listón quedando, donde 26 V presentó un 5.44% de ferrita, 28 V 5.33% y 30 V 5.0%, se puede observar que con un alto aporte térmico empleado se obtiene la menor cantidad de ferrita. De los resultados electroquímicos se puede observar, para 30 V se tiene el comportamiento más activo teniendo un E_{corr} de $-535 \text{ mV}/\text{ECS}$, siendo para 26 V y 28 V los valores más nobles ($-380 \text{ mV}/\text{ECS}$ y $-425 \text{ mV}/\text{ECS}$) respectivamente. Para los 28 y 30 V se presentan potenciales de ruptura de la pasividad ($313 \text{ mV}/\text{ECS}$ y $132 \text{ mV}/\text{ECS}$) respectivamente.

Keywords: Corrosión, Martensítico inoxidable, Soldadura, Agua de Mar.
Engelbert Huape, pahuen@gmail.com

Efecto del tratamiento de endurecimiento por precipitación en la microestructura y microdureza de una superaleación Inconel 718.

V. Rodríguez¹, A. Ruiz¹, A. Medina¹

¹ *Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, UMSNH, Michoacán*

ABSTRACT

En la presente investigación se llevan a cabo una serie de tratamientos térmicos para una superaleación de Inconel 718 (IN718). El tratamiento térmico implementado consiste de dos etapas: un solubilizado a 1050 °C, 1h/EA, seguido de diferentes tiempos de envejecido a 750 °C 1, 3, 4, 6, 10, 25, 50, 100 h/EA. El objetivo principal del estudio fue examinar la evolución de tamaño de grano y precipitación de partículas de las fases γ' , γ'' y δ . La precipitación de las fases es caracterizada empleando métodos de microscopía electrónica de barrido (MEB), microscopía óptica, difracción de rayos-X y mediciones de microdureza; lo anterior se pudo llevar a cabo antes y después de los tratamientos térmicos. La caracterización de estas microestructuras es esencial para determinar su efecto en las propiedades mecánicas de la aleación, de manera que éstas puedan ser optimizadas. Los resultados indican que la precipitación de las fases γ' , γ'' aumenta gradualmente la microdureza de la aleación, obteniendo un máximo para un tiempo de envejecido de 4 horas. Para tiempos posteriores, la microdureza decrece gradualmente debido a la disolución progresiva de la fase γ' , al crecimiento de la fase γ'' y a la precipitación de la fase δ .

Keywords: Tratamiento térmico, Fases γ' , γ'' y δ , Superaleaciones, Microestructura.

Alberto Ruiz Marines, alruiz@umich.mx

Efecto del tratamiento térmico en la estructura, dureza y propiedades tribológicas del titanio grado 2

A. Maytorena Sánchez¹, L. García González¹, S. Hernández Montiel¹, F. López Huerta², J. Hernández Torres¹

¹ Centro de Investigaciones en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, Veracruz.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana, Veracruz.

ABSTRACT

El titanio es un metal abundante en nuestro planeta, el cual, es resistente contra la corrosión, posee alta dureza, es ligero y sobre todo es biocompatible. Todas estas características hacen que el titanio, sea empleado en una gran diversidad de aplicaciones tecnológicas, sin embargo, día con día se busca mediante diversas técnicas mejorar sus propiedades, de tal manera que cause un impacto en la reducción en los costos de operación y mantenimiento en los equipos o dispositivos que estén conformados de dicho elemento. En el presente trabajo, se sometió a tratamiento térmico el Titanio Grado 2 a temperaturas de 450 °C, 750 °C y 1000 °C con una duración de 2 h 30 min en cada tratamiento, modificando así su superficie, esto con la finalidad de evaluar y cuantificar, qué tanto mejoraron sus propiedades físicas en comparación con el metal comercialmente puro sin tratamiento térmico. Posteriormente, se efectuaron pruebas de dureza y tribología en el Microdurómetro Vickers y Microtribómetro respectivamente. Los cambios estructurales fueron analizados mediante FE-SEM. Los valores de dureza fueron aumentando y la tasa de desgaste disminuyendo conforme la temperatura de los tratamientos térmicos aumentaba, debido a la aparición de una capa de óxido de titanio con fases cristalinas de anatasa y rutilo; así como a la disminución del tamaño de grano. Los valores de dureza aumentaron de 2.23 hasta 10.88 GPa y la tasa de desgaste de 2.146×10^{-4} a 3.327×10^{-5} mm³/N/m, de modo que los resultados fueron favorables y mucho mejores que las del titanio sin modificar su superficie.

Keywords: Titanio, Dureza, Tribología, Tratamiento térmico.

Alan Maytorena Sánchez, alan_ms24@hotmail.com

Effects of synthesis methods on the optical and surface properties of TiO₂ powder

B. Koop-Santa¹, O. Ceballos-Sánchez¹, M. A. González Albarrán², M. García-Guaderrama¹, A. Sánchez-Martínez²

¹ Departamento de Ingenierías de proyectos- CUCEI, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco

² CONACYT-Departamento de Ingeniería de Proyectos- CUCEI, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco

ABSTRACT

TiO₂ is one of the most studied semiconductor for several applications such as solar cells, photocatalysis, water splitting among others; for its particular optical and surface properties. These properties depend mainly on their structure and morphology, which are generally defined by their synthesis methods. On the other hand, TiO₂ based materials are playing important roles in biomedical applications as hydrogels due to the good biocompatibility, chemical stability, catalytic efficiency, plasticity, mechanical properties.

In this work, we were synthesized TiO₂ powders by molten salt, hydrothermal, combustion and sol-gel synthesis (MS, H, C and SG) and we studied the effect of the synthesis method on its structure, morphology, band gap, and surface area. For this reason, we carried out analysis of X-ray diffraction (XRD) to identify the phases present and Scanning electron spectroscopy (SEM) and transmission (TEM) to determine the size and shape of the particle. Furthermore, UV-Vis spectroscopy was performed to obtain the absorption curves and determine the influence of synthesis temperature in the band gap of TiO₂. Finally, BET analysis to determine the surface area of the material.

Keywords: Molten salts, Hydrothermal, Combustion, Sol-gel

Constanza Ibeth Koop Santa, Constanza.koop@hotmail.com

Erosión en acero inoxidable AISI 310 bajo condiciones de flujo normal y flujo turbulento a alta temperatura.

Jonathan Zaragoza Granados, Ezequiel A. Gallardo Hernández, Manuel Vite Torres

*Instituto Politécnico Nacional, Grupo de Tribología, SEPI-ESIME U.P Adolfo López Mateos
Zacatenco, Ciudad de México C.P. 07738*

ABSTRACT

Diversos impactos sobre superficies metálicas de partículas sólidas, líquidas o gaseosas provocan erosión, el fenómeno de erosión ha sido ampliamente estudiado; sin embargo, la combinación de diversos parámetros en algunos casos genera que la erosión sea más severa debido a la presencia de partículas en el medio, lo cual afecta diversos componentes mecánicos, tales como compresores scroll, serpentines en sistemas de aire acondicionado, alabes, turbinas de vapor, turbinas de gas, aerogeneradores y válvulas, entre otros.

En este trabajo se analizó el desgaste provocado por la erosión sólida sobre sustratos de acero inoxidable AISI 310. Las muestras empleadas en las pruebas fueron de geometría circular con 19mm de diámetro y un espesor de 8 mm, utilizando partículas abrasivas de carburo de silicio (SiC) con geometría angular y un tamaño promedio de 300 μm . Se probaron 3 ángulos de incidencia a 30°, 60° y 90° respectivamente, con una velocidad promedio de partículas de 40 m/s \pm 2m/s, con una exposición de 480 segundos a una temperatura de 400 °C y con una velocidad tangencial de 1500 RPM. Las huellas de desgaste fueron analizadas con microscopía óptica y electrónica de barrido.

Las pruebas de erosión fueron realizadas en un erosionador diseñado y manufacturado por el Grupo de tribología de la SEPI ESIME-UZ; bajo algunos parámetros de la norma ASTM G67-13. El mecanismo de desgaste predominante fue deformación plástica; no obstante, los mecanismos de Arado, picaduras y de corte se encuentran presentes en las huellas.

Finalmente se determinó que el acero inoxidable AISI 310 presentó un comportamiento dúctil en ensayos de erosión a 400°C, obteniendo la menor tasa erosiva a un ángulo de 90° en condiciones de flujo turbulento, mientras el mayor desgaste se produjo a 30° de incidencia en condiciones de flujo normal. Se concluye que la tasa de desgaste presente en el acero inoxidable AISI 310 depende principalmente del ángulo de incidencia y el flujo turbulento genera mayor dispersión de partículas, es por ello que con el flujo turbulento se exhibe una menor tasa de desgaste en todos los ángulos ensayados.

Keywords: Erosión, ángulo de incidencia, flujo turbulento, acero inoxidable).

Jonathan Zaragoza jonzg_ing@hotmail.com

Estimación de la resistencia al desgaste erosivo en un acero inoxidable X12CrNiMoV endurecido por difusión de boro

A. Ruíz Ríos, I. Campos-Silva

Instituto Politécnico Nacional, Grupo Ingeniería de Superficies, SEPI-ESIME, U.P. Adolfo López Mateos, Zacatenco, México D.F., 07738, México

ABSTRACT

En la presente investigación se realizaron pruebas erosivas sobre la superficie de un acero inoxidable X12CrNiMoV y en el acero inoxidable borurado X12CrNiMoV obtenido a una temperatura de 950 °C con un tiempo de exposición de 6 horas. Como resultado del tratamiento termoquímico se formó una capa bifásica del tipo FeB-Fe₂B. El ensayo de erosión por partícula sólida se realizó conforme a la norma ASTM G76-13, utilizando una velocidad de impacto de 30 m/s, se utilizó partícula de cuarzo con un tamaño de 50 µm, con ángulos de impacto de 30°, 60° y 90°, las pruebas se realizaron a temperatura ambiente y a 400 °C, el tiempo total de prueba fue de 10 min. Los resultados de los ensayos erosivos muestran que las probetas boruradas presentan una resistencia al desgaste erosivo muy superior a las no boruradas en todas las condiciones de prueba, de acuerdo con la pérdida de masa y para los diferentes ángulos de impacto. Las probetas boruradas presentaron una pérdida de masa de 0 mg a 2.2 mg, por otro lado, las probetas no boruradas presentaron una pérdida de masa de 85.48 mg a 352.43 mg. Finalmente y utilizando microscopia electrónica de barrido, se identificaron los mecanismos de falla presentes en la superficie de las probetas erosionadas. Para las probetas sin tratamiento termoquímico el arado, el corte, la deformación plástica, picaduras e incrustaciones estuvieron presentes. Para las probetas boruradas el agrietamiento fue el principal mecanismo de falla además se encontraron partículas de cuarzo incrustadas entre las grietas de la superficie.

Keywords: Desgaste erosivo, Borurización, Tasa de erosión, Mecanismos de falla.

Adán Ruíz Ríos, aruizr1403@alumno.ipn.mx

Estimación de las propiedades Tribocorrosivas de la aleación borurada ASTM F1537 Aleación 1

A. M. Delgado-Brito, I. Campos-Silva

Instituto Politécnico Nacional, Grupo Ingeniería de Superficies, SEPI-ESIME, U.P. Adolfo López Mateos, Zacatenco, México D.F., 07738, México

ABSTRACT

En el presente trabajo de investigación, se establece el comportamiento tribocorrosivo de la aleación borurada ASTM F1537 Aleación 1. La aleación fue sometida al tratamiento termoquímico de borurización en polvo bajo una temperatura de 1273 K durante 5.5 horas de exposición, para obtener una capa promedio superficial bifásica de boruros de cobalto (CoB-Co₂B) de 30 µm de espesor. Los especímenes de la aleación borurada ASTM F1537 Aleación 1 y la aleación ASTM F1537 Aleación 1, fueron sumergidos en solución salina de Hank durante el ensayo, el cual se llevó a cabo en la celda de tribocorrosión del equipo Bruker UMT 2; se aplicaron simultáneamente desgaste mecánico y corrosión electroquímica mediante las técnicas bola sobre plano y polarización potenciodinámica, respectivamente. Se empleó la técnica de perfilometría óptica, para obtener los volúmenes perdidos en cada uno de los canales de desgaste de las muestras ensayadas. Por último, se calcularon las tasas de desgaste y de corrosión según lo establecido por la norma ASTM G119. Por otro lado, se aplicaron las técnicas Microscopía Óptica y Espectroscopía por Dispersión de Energía (EDS), a los especímenes ensayados, para identificar los mecanismos de falla presentes en las huellas de desgaste, así como la composición elemental de las mismas. Los resultados obtenidos muestran un aumento en la resistencia al desgaste y una disminución en la resistencia a la corrosión de la aleación sometida al proceso de borurización, con respecto a la aleación ASTM F1537

Aleación 1. Finalmente, se puede establecer que la aleación borurada presenta una menor pérdida de material cuando ambas condiciones (desgaste y corrosión) actúan de manera simultánea.

Keywords: Tribocorrosión, Borurización, Sinergia, Aleación CoCrMo.

Angel Manuel Delgado Brito, adelgado1600@alumno.ipn.mx

Estudio de la estructura y las propiedades mecánicas de recubrimientos multicapas de TaTi/TaTiN producidos por DC magnetron sputtering en sustrato de silicio

O.J Berumen-Pelayo¹, J.E. González-Sevilla², M. Flores-Martínez², S. Muhl³, E. García⁴

¹ ITESO-Universidad Jesuita de Guadalajara. México, Tlaquepaque, Jalisco.

² Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías-UdeG. México, Guadalajara, Jalisco.

³ Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, México, DF

⁴ Cátedras-CONACYT, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías-UdeG. México, Guadalajara, Jalisco.

ABSTRACT

La modificación de las propiedades y características superficiales por técnicas de PVD, principalmente por magnetron sputtering, han sido utilizadas para obtener superficies capaces de incrementar la resistencia al desgaste, a la corrosión, conductividad eléctrica, entre otras bajo condiciones determinadas. En este trabajo se estudió la estructura y las propiedades mecánicas de recubrimientos multicapas de TaTi/TaTiN en tres diferentes configuraciones: Configuración de capa TaTi/TaTiN del mismo espesor (MI), capa de espesor en orden decreciente (Dec, de mayor a menor espesor) y capa de espesor en orden creciente (Inc, de menor a mayor espesor). Estas se depositaron usando DC Magnetron Co-sputtering con blancos de Ta y Ti en una atmósfera reactiva para las capas de TaTiN y no reactiva para las capas de TaTi, controlando su espesor por medio de la modificación del tiempo de inyección de N₂ a la cámara de depósito. Los recubrimientos fueron caracterizados estructuralmente utilizando XRD en configuración Theta/2-Theta y en haz rasante. La composición química se determinó por medio de EDS. Además de caracterizar las tres películas por espectroscopia Raman. La morfología superficial se determinó por SEM y perfilometría óptica. Se realizaron ensayos de dureza por nanoindentación usando un indentador Berkovich a 5 mN y ensayo de adherencia con contra-cuerpo de diamante "Rockwell C", registrando en tiempo real la fuerza tangencial producida durante el ensayo, analizando posteriormente la huella producida con SEM y perfilometría óptica. Los recubrimientos presentaron una estructura combinada cerámica/metálica, con c-TaN y c-Ta para el recubrimiento Mi, y c-TaN con h-Ta para los recubrimientos Inc y Dec. El recubrimiento con el mismo espesor de capas presentó la mayor dureza, mientras que el de espesor de capas incremental (Inc) mostró una mayor adherencia.

Keywords: Multicapas, Estructura, Dureza y adherencia, TaTi/TaTiN.

Ernesto David García Bustos. edgarciab@conacyt.mx

Estudio de la lubricación mediada por proteínas en el par tribológico AISI 316L sobre UHMWPE en contacto rodante-deslizante

A.L. Garcia-Garcia, J.L. Montes Seguedo, J.D.O. Barceinas-Sanchez, I. Dominguez-Lopez

*Instituto Politécnico Nacional - Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada
Unidad Querétaro, Cerro Blanco No. 141, 76090, Querétaro, Qro., México*

ABSTRACT

La aplicación de teorías de lubricación en articulaciones sinoviales ha sido objeto de estudio desde mediados del siglo pasado, tanto naturales como artificiales. Sin embargo, después de un amplio trabajo en el modelado del comportamiento de la prótesis de cadera, experimental y numéricamente, se puede concluir que los modelos que se han utilizado tradicionalmente para explicar los mecanismos de lubricación, como la lubricación elastohidrodinámica, son inconsistentes con los resultados experimentales, presuntamente debido a la presencia de proteínas en el fluido lubricante. Los resultados mencionados apuntan a la necesidad de estudiar, y comprender, mecanismos de lubricación mediada por proteínas, que consideren las fuertes interacciones de estas entre sí y con las superficies del par tribológico. Tomando como referencia los valores de operación que dicta la norma ISO 14243-3 para el ciclo de la marcha, se establecieron rangos experimentales en la carga, velocidad media (entrainment) y razón de deslizamiento a rodadura (sliding to rolling ratio) en un modelo específico de prótesis total de rodilla, con el fin de explorar el comportamiento del coeficiente de fricción (COF) en el punto de contacto de una esfera de acero AISI 316L presionada contra una superficie de polietileno de peso molecular superelevado (ultra-high molecular weight polyethylene), lubricado con una dilución de suero de bovino fetal a 37 °C y 20 g/l de contenido proteínico. A partir de los resultados experimentales se obtienen modelos de regresión que permiten predecir el comportamiento del COF. En este trabajo se describen los métodos empleados y se muestran resultados experimentales relevantes que demuestran el complejo efecto de las proteínas en la lubricación del contacto mecánico en el par tribológico.

Keywords: AISI 316L/UHMWPE, lubricación mediada por proteínas, ISO 14243-3, coeficiente de fricción

Adrián Luis García García, agarciag@ipn.mx

Estudio de la propiedad de sensado en la superficie de pellets elaborados con nanopartículas de NiSb₂O₆

Jorge Alberto Ramírez Ortega¹, Martín Flores Martínez¹, Alex Guillén Bonilla², Héctor Guillén Bonilla¹, Karina Viridiana Chávez Hernández³, Victor Manuel Soto García³ y José Trinidad Guillén Bonilla⁴

¹Posgrado en Ciencia de Materiales, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. M. García Barragán 1421, C.P. 44410, Guadalajara, Jalisco, México.

²Departamento de Ciencias Computacionales e Ingenierías, CUVALLES, Universidad de Guadalajara, Carretera Guadalajara-Ameca Km 45.5, 46600, Ameca, JAL, México.

³Departamento de Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. M. García Barragán 1421, C.P. 44410, Guadalajara, Jalisco, México.

⁴Departamento de Electrónica y Computación, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. M. García Barragán 1421, C.P. 44410, Guadalajara, Jalisco, México.

ABSTRACT

En los últimos años los materiales compuestos por óxidos semiconductores con estructura tipo trirutilo se han convertido en tema de gran interés para su aplicación como detectores de gases contaminantes; especialmente en atmósferas de CO₂, LPG, H₂S, entre otros. Para esto, diferentes métodos de síntesis se han utilizado para obtener partículas menores a los 100 nm, característica primordial que determina la eficiencia de un material para ser aplicado como sensor de gases. En el presente trabajo, se realizó un estudio de las propiedades de sensado sobre la superficie de pellets elaborados con nanopartículas del óxido semiconductor NiSb₂O₆. Las nanopartículas fueron sintetizadas usando el método coloidal asistido por radiación de microondas y en presencia de etilendiamina. La fase cristalina se verificó por difracción de rayos X en polvo, los resultados muestran que el NiSb₂O₆ cristaliza como una estructura tipo trirutilo con grupo especial P42/mnm y parámetros de celda $a = 4.641 \text{ \AA}$, $c = 9.223 \text{ \AA}$. Usando microscopía electrónica de barrido (SEM) y transmisión (TEM) fueron observados la morfología y las nanopartículas del NiSb₂O₆. Las pruebas de sensado sobre la superficie de los pellets, se realizaron a diferentes concentraciones de CO (100, 200 y 300 ppm) y C₃H₈ (100, 200, 300, 400 y 500 ppm), así como a distintas temperaturas de operación (100, 200 y 300 °C). Los resultados muestran que el NiSb₂O₆ presenta alta sensibilidad en presencia de los gases contaminante monóxido de carbono (CO) y propano (C₃H₈), esto determina que puede ser candidato para ser aplicado como sensor de gases.

Keywords: Superficie, Sensado, Nanopartículas, Gases contaminantes.

Jorge Alberto Ramírez Ortega, jorge950307@gmail.com

Estudio de la resistencia al desgaste en el acero borurado AISI 1018 expuesto al proceso de recocido por difusión

E. J. Hernández-Ramírez, I. Campos-Silva

Instituto Politécnico Nacional, Grupo Ingeniería de Superficies, SEPI-ESIME, U.P. Adolfo López Mateos, Zacatenco, México D.F., 07738, México

ABSTRACT

En el presente trabajo de investigación, se realizó un estudio comparativo de la resistencia al desgaste en el acero AISI 1018 expuesto al proceso de borurización en polvo y al proceso de recocido por difusión (PRD), empleando los ensayos de desgaste recíprocante lineal conforme a la norma ASTM G133-05. Los tratamientos fueron realizados a una temperatura de 950 °C, con tiempos de exposición de 6 horas y 4 horas, respectivamente. El tratamiento de borurización presentó una capa bifásica de boruro de hierro de tipo FeB-Fe₂B. Por otra parte, el acero borurado sometido al PRD obtuvo una capa monofásica de boruro de hierro de tipo Fe₂B. Los ensayos de desgaste recíprocante lineal fueron realizadas en vía seca a una carga de 20 N y 5 distancia de deslizamiento 40, 80, 120, 160 y 200 m por cada condición de tratamiento. Los resultados de los ensayos de desgaste recíprocante lineal, muestra que el acero borurado sometido al PRD presentó una resistencia al desgaste ligeramente superior con respecto al acero borurado, obteniendo tasas de desgaste entre 2.3 a 3.4 x 10⁻⁵ mm³/Nm en función de las diferentes distancias de deslizamiento.

Keywords: Ball-on-flat, Borurización, Recocido por difusión, Tasas de desgaste.

Erick Japhet Hernández Ramírez, japhet_hdez@hotmail.com

Estudio de la susceptibilidad a la corrosión-erosión de ladrillos refractarios AZS, $\alpha\beta$ - Al_2O_3 y Al_2O_3

E. García-Silva, A.I. Garza-Guerra, A.M. Guzmán, D.I. Martínez, A.M. Arato

Programa Doctoral en Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL. Pedro de Alba S/N, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L. México

ABSTRACT

En este estudio se realizó la evaluación del comportamiento de ladrillos refractarios utilizados en el proceso de fusión de vidrio. Se utilizaron tres tipos de ladrillos refractarios comerciales AZS, $\alpha\beta$ - Al_2O_3 y Al_2O_3 , los cuales fueron evaluados en propiedades físicas y mecánicas, así como con un ataque corrosivo con vidrio fundido de acuerdo a la norma ASTM C-622, para estimar su comportamiento en servicio. El mecanismo corrosivo observado estuvo presente en la penetración de álcalis provenientes del vidrio combinándose con la alúmina del AZS para formar una nueva fase. La fase dendrítica del AZS es el resultado de aluminosilicato formado debido a la presencia de sodio en la cara caliente de la muestra, la cual provoca debilitamiento en la microestructura. En el desgaste mecánico de los materiales se puede ver cómo la penetración provoca la degradación continua del refractario, disminuyendo el desempeño del mismo. Los refractarios α - β -alúmina y alúmina mostraron desgaste en menor grado, pero en una comparación, puede decirse que los granos de alúmina sufren un cambio mucho más drástico que la alúmina α - β . Lo anterior indica la factibilidad de utilizar refractarios $\alpha\beta$ -alúmina en hornos de fusión de vidrio.

Keywords: Refractarios, Corrosión, Alúmina, Vidrio.

Ana María Guzmán Hdez., ana.guzmanhr@uanl.edu.mx

Estudio del efecto de la potencia y de la mezcla de gases en películas de TiN Para aplicaciones tribológicas

L. Melo-Máximo, D.V. Melo-Máximo, O. B. Morales, A. Huitron, J. Oseguera

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México.

ABSTRACT

Se estudió el efecto de las variables de proceso (temperatura y mezcla de gases) en el comportamiento tribológico en el sistema 304L/Cr/TiN y 316L/Al/TiN. Los recubrimientos fueron producidos por Reactive Magnetron Sputtering utilizando un blanco de Titanio y nitrógeno como gas reactivo. Se varió la temperatura entre los 25 y 200°C así como la relación Ar:N₂ en el proceso. Las muestras fueron caracterizadas por microscopía electrónica de barrido, microscopía óptica y se caracterizaron mecánicamente por medio de Pin on disc y scratch Test. De los resultados se puede observar que la temperatura de deposición de la capa de TiN tiene un efecto considerable en la orientación preferencial de los recubrimientos y por tanto en su comportamiento mecánico. Se observó también que la mezcla de gases permite obtener películas con mejores propiedades mecánicas. Los resultados muestran que los parámetros de proceso están relacionados con la adhesión del recubrimiento y los esfuerzos residuales.

Keywords: Desgaste, PVD, RMS.

Lizbeth Melo Máximo, lizbeth.melo@itesm.mx

Estudio del efecto de molienda sobre propiedades de corrosión en la aleación Cu-20%wt Mo

O. J. Hernandez¹, C. Aguilar², A. Medina¹, M. Espinoza³, E. Huape³, L. Bejar³

¹ Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales, UMSNH, Morelia Michoacán, México

² Departamento de Ingeniería Metalúrgica y Materiales, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.

³ Facultad de Ingeniería Mecánica, UMSNH, Morelia Michoacán, México.

ABSTRACT

En este trabajo se estudiaron las propiedades electroquímicas de la aleación Cu-20%wt Mo sintetizada por aleación mecánica en un tiempo de 10 h de molienda. El objetivo de este estudio es observar la solubilidad del molibdeno en cobre y como se comporta este con la incursión del molibdeno en su estructura. El análisis de difracción de rayos X se realizó aplicando el método de Rietveld, el cual se utilizó para determinar las propiedades estructurales, tales como el tamaño de cristalito, parámetro de red y ocupancia del Mo en el Cu. Para posteriormente ser sinterizada en un horno tubular y analizar su comportamiento electroquímico a temperatura ambiente y bajo una solución salina. Las técnicas electroquímicas fueron: polarización potenciodinámica, resistencia a la polarización lineal (LPR) y espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS). Después de la molienda se observa un leve desplazamiento del pico de mayor intensidad del Cu hacia ángulos bajos, manifestando una ocupancia del 27% del Mo en la red del Cu. Para las pruebas electroquímicas, el ensayo potenciodinámico muestra en el brazo catódico la influencia de la transferencia de masa por la difusión del O₂ a través de la capa que se forma de los productos de corrosión, presentándose una $i_{\text{corr}} = 337.9 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ y una $V_{\text{corr}} = 5.01 \text{ mm/año}$. De igual manera, la aleación exhibe un fenómeno combinado de activación y concentración en la polarización anódica, y en los diagramas de Nyquist, se observó un comportamiento que presenta 3 constantes de tiempo atribuidas al proceso de formación de una película de productos de corrosión (altas frecuencias), transferencia de carga (frecuencias intermedias) y difusión (bajas frecuencias).

Keywords: Aleado Mecánico, Rietveld, Sinterizado, Corrosión

Oscar José Hernández Esparza, oscar.hdze@hotmail.com

Estudio del proceso de pulverización catódica reactiva mediante espectroscopía de emisión del plasma

R. Sanginés¹, J. Cruz², N. Abundiz-Cisneros¹, R. Machorro-Mejía²

¹ Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM. Km. 107, carretera Ensenada-Tijuana, CP.22860, Ensenada, B.C. México

² CONACYT, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM. Km. 107, carretera Ensenada-Tijuana, CP.22860, Ensenada, B.C. México

ABSTRACT

Aunque existe una gran variedad de técnicas para la síntesis de películas delgadas de compuestos de óxidos y/o nitruros metálicos, la pulverización catódica reactiva presenta una gran aceptación en la industria cuando se requiere un control aceptable en el grosor del recubrimiento. Sin embargo, uno de los principales problemas es lo que se conoce como *envenenamiento* del blanco, en el que existe una disminución de la tasa de depósito y, en algunos casos, puede ocasionar una falta de repetitividad adecuada para la industria.

En este trabajo presentamos un estudio detallado de la relación entre la espectroscopía del plasma que asiste el depósito y los diferentes parámetros de depósito durante la pulverización catódica reactiva a corriente directa (DC). Los materiales de estudio fueron Silicio y Titanio en atmósferas reactivas de O₂ y N₂. La relación de flujos de los gases reactivos respecto a la del gas de trabajo (Ar) fue variada mientras se mantenía la presión del sistema constante. De esta forma el proceso de depósito transcurrió del modo metálico al modo dieléctrico y la variación en la emisividad del plasma fue determinada mediante espectroscopía óptica de emisión (OES) observando en la vecindad de la superficie del blanco. La relación entre las especies presentes en el plasma y el modo de pulverización es establecida mediante líneas de emisión neutras e ionizadas del gas de trabajo, gas reactivo y material del blanco. Algunas condiciones de depósito observadas en ambos modos fueron seleccionadas para hacer una síntesis de película delgada y caracterizarla mediante XPS y de esta forma correlacionar estos resultados con los obtenidos de OES. Así el propósito de este trabajo es eventualmente predecir las características del recubrimiento durante el depósito mediante monitoreo en tiempo real, así como tener un alto grado de repetitividad en el proceso.

Keywords: Pulverización catódica reactiva, Espectroscopía de emisión, Oxinitruro de silicio, Oxido de titanio.

Roberto Sanginés, sangines@cnyun.unam.mx

Evaluación de la resistencia a la corrosión de una fundición nodular recubierta mediante niquelado químico

G. Agredo^{1,2}, R. Parra¹, A. Barba¹, J. Olaya², R. Valdez¹

¹ CENISA, Fac. de Ingeniería, UNAM, México, DF

² Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, Bogotá D.C

ABSTRACT

La fundición nodular (FN) [dúctil o esferoidal], es una aleación metálica Fe-C-Si cuya microestructura está formada por una matriz ferrítico perlítica con nódulos de grafito embebidos en ésta. Su comportamiento está definido por sus propiedades, asociadas a la morfología y la topología de las fases. En este trabajo se plantea la evaluación y mejora de la resistencia a la corrosión de una fundición nodular recubierta mediante niquelado químico. La metalografía del material sin ataque muestra pequeñas inclusiones distribuidas homogéneamente, ligadas al proceso de fabricación de la FN. La FN atacada revela una microestructura de ferrita y perlita con granos equiaxiales y nódulos de grafito embebidos. Un ensayo de Microdureza vickers, muestra una dureza de 88,6 HV en el grafito, 359,7 HV en la perlita y 144,2 HV en la ferrita, condición que le brinda al material una buena combinación entre resistencia y ductilidad.

La caracterización electroquímica de la FN sin recubrimiento, por EIS usando una solución de NaCl 0.1M muestra de forma general la respuesta de una sola constante de tiempo caracterizada por un lazo capacitivo resistivo. En los diagramas de impedancia se observa que éste presenta una sola constante de tiempo localizada a una baja frecuencia, la aparición de esta constante de tiempo va ligada con la rápida generación de óxidos de hierro que cubren la superficie de la muestra, siendo estos bastante voluminosos y poco adherentes. Los óxidos que se van formando en la superficie se depositan pero no forman una película compacta si no por el contrario porosa que no impide que el proceso corrosivo continúe. Los resultados de la evaluación electroquímica de la FN niquelada presentan una mejorada resistencia a la corrosión en el medio salino utilizado.

Keywords: Fundición nodular, Niquelado químico, Corrosión, Técnicas electroquímicas.

Dayi Gilberto Agredo Díaz, dgagredod@unal.edu.com

Evaluación del comportamiento tribológico de camisas de cilindro de motor usando un bio-lubricante fresco y envejecido aproximando su uso prolongado

L. I. Farfan-Cabrera¹, E. A. Gallardo-Hernandez²

¹ *Escuela de Ingeniería y Ciencias, ITESM, Campus Puebla, Puebla, México.*

² *ESIME Zacatenco, IPN, Ciudad de México, México.*

ABSTRACT

Los bio-lubricantes han surgido como una forma viable y potencial para remplazar, total o parcialmente, a los aceites provenientes del petróleo debido a que presentan mayor efectividad en la lubricación al límite de diferentes sistemas mecánicos, incluyendo los componentes del motor de combustión interna. Sin embargo, los efectos del envejecimiento térmico causado por el uso prolongado en un motor sobre las propiedades tribológicas de los bio-lubricantes han sido escasamente analizados. En este trabajo de investigación, se evaluaron los efectos del envejecimiento del aceite de Jatropha (JO) y un aceite mineral (EMO), para efectos de comparación, sobre el comportamiento tribológico de muestras extraídas de camisas de cilindro de motor mediante pruebas de fricción recíproca a 25 y 100°C bajo condiciones de lubricación al límite. Los aceites fueron envejecidos térmicamente en laboratorio y caracterizados en términos de oxidación, quema de aditivos y viscosidad. Los resultados obtenidos en laboratorio fueron comparados con el mismo EMO usado bajo condiciones reales de operación en un automóvil. Los coeficientes de fricción, tasas y morfologías de desgaste de las muestras fueron evaluadas. El envejecimiento térmico resultó en un incremento de viscosidad significativa para el JO en comparación con el EMO. En consecuencia, esto generó que la tasa de desgaste causada por el JO fuera reducida considerablemente mientras que la causada por el EMO se incrementó. Además, el envejecimiento causó un incremento en los coeficientes de fricción en ambos aceites, sin embargo, el de JO fue más bajo que el del EMO en todos los casos. Un escofinado severo fue producido en las muestras únicamente cuando se probó el JO en condición fresca a 100°C, mientras que un escofinado moderado fue generado para todas las demás condiciones y muestras de aceite.

Keywords: Fricción, Lubricación, Desgaste, Bio-lubricante

Leonardo I. Farfan-Cabrera, farfanl@hotmail.com

Grafting of primary amines onto polypropylene surface using gamma rays, for possible cell adhesion applications.

Efraín Rodríguez-Alba, Sofía Guillermina Burillo Amezcua

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM, México, CDMX.

ABSTRACT

Currently there are materials designed to interact with biological systems either to treat, evaluate, increase or replace any tissue, organ or function in the body. The third generation designed biomaterials, attempt to interact with the tissue in a specific way, through elements at the cellular and molecular level, and combine the properties of bioadhesion and bioactivity within the same material. For good surface adhesion cell, surface modification can be carried out, improving the growth of tissues, an aspect of great importance in tissue engineering is to have a surface enrichment with primary amines. In this work we modified the polypropylene surface by grafting amide groups (acrylamide) using gamma radiation to create active sites that allow us to graft these functional groups and subsequently reduced it to primary amines. The appropriate conditions to carry out graftings were determined by studying the following variables: irradiation dose, monomer concentration, temperature and reaction time. The characterization of the modified materials was carried out by infrared spectroscopy (IR), differential scanning calorimetry (DSC), thermogravimetric analysis (TGA), contact angle as well as electron scanning microscopy (SEM), the quantification of primary amines onto surface was carried out by X-ray photoelectric spectroscopy (XPS) and colorimetric method

Keywords: Primary amines, Cell adhesion, Polypropylene surface, Gamma radiation

Sofía Guillermina Burillo Amezcua, burillo@nucleares.unam.mx

Ice template $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ perovskite monolith

Nilofar Soltani, Lázaro Huerta Arcos, José Chávez Carvayar

Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Delegación Coyoacán, C.P. 04510. CDMX, México

ABSTRACT

A novel porous cathode of $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ perovskite with aligned porosities was engineered for solid oxide fuel cells. $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ was produced through metal nitrate and acid citric combustion method and calcined at different temperatures. The synthesized LNF at 600 °C shows specific surface area (S_{BET}) of $24.4 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ and an average pore size of 12.2 nm. The chemical composition and structure of $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$ synthesized at temperature 600–1400 °C, were analyzed by XRD, XPS and HRTEM. SEM observations of freeze cast nano-sized LNF showed the vertically aligned hexagonal walls. These walls contain a great value of fine pores which accelerate the gas transportation.

Keywords: $\text{LaNi}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_3$, SOFC, Freeze-casting, Porous cathode

Nilofar Soltani, nilofar.soltani@iim.unam.mx

Influencia de la intensidad de giro en flujos incidentes aplicado en ensayos de erosión-corrosión sobre acero API X-52

C. Sedano de la Rosa¹, D. E. Ramírez Arreola¹, M. Vite Torres², E. A. Gallardo Hernández², J. G. Godínez Salcedo³, L. I. Farfán Cabrera⁴

¹ Departamento de Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Av. Independencia Nacional 151, C.P. 48900, Autlán de Navarro, Jalisco, México

² Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME-UZ, Grupo de Tribología, Col. Lindavista, C.P. 07320, Ciudad de México, México

³ Instituto Politécnico Nacional, ESIQIE, C.P. 07738, Ciudad de México, México

⁴ Tecnológico de Monterrey, Campus Puebla, Vía Atlixcayotl No. 2301, Reserva Territorial Atlixcayotl, Puebla,

ABSTRACT

En el presente trabajo se analizó el desgaste por erosión-corrosión dentro del contexto de secciones de curvas y codos de ductos que transportan fluidos con partículas suspendidas en la industria del gas y del petróleo. Particularmente, fue enfocado en la influencia de la intensidad de giro en flujos incidentes no sumergidos en ensayos de desgaste por erosión-corrosión. Los ensayos fueron realizados dentro de una celda electrolítica diseñada ex profeso y sobre muestras de acero API X-52 sometidos a cuatro intensidades de giro: $S=0, 0.1, 0.2$ y 0.3 , con una velocidad promedio de flujo de 5 m s^{-1} . El medio corrosivo estuvo compuesto por agua destilada, NaCl, partículas de óxido de aluminio (Al_2O_3) de $20 \mu\text{m}$ y saturada con CO_2 para controlar el pH de la solución acuosa. Los ángulos de incidencia empleados fueron $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ y 90° en campo cercano. La duración de los ensayos fue de 1h, 2 h, 3 h y 4 h. Las mediciones electroquímicas fueron realizadas utilizando la técnica de resistencia a la polarización (R_p). El daño superficial fue caracterizado por medio de microscopía óptica y electrónica de barrido. Los productos de corrosión fueron analizados por medio de difracción de rayos-X y técnicas EDS. Por otra parte, los resultados experimentales mostraron que la intensidad de giro promueve la formación de picaduras. Que el ángulo de incidencia no es un factor determinante que influya el comportamiento de la corrosión por picaduras. Además, que el régimen de giro es más severo que el régimen de no giro y finalmente, la corrosión por picaduras fue el mecanismo de desgaste predominante observado en los ensayos.

Keywords: Swirl intensity, Erosion-corrosion, Pipeline steel, Polarization resistance.

César Sedano de la Rosa, cesar.sedano@academicos.udg.mx

Influencia de la rugosidad y temperatura para una grasa lubricante utilizada en curvas de sistemas ferroviarios.

Irvin A. Vásquez Chacón, Ezequiel A. Gallardo Hernández

SEPI ESIME Zacatenco, Grupo de Tribología, IPN, Ciudad de México, México.

ABSTRACT

La lubricación en un sistema mecánico es de vital importancia, debido a que ayuda a reducir la fricción y el desgaste para alargar en la mayor medida posible la vida útil de los elementos en contacto, evitando pérdidas energéticas y de material, teniendo un ahorro económico importante. Diversos estudios han comprobado el ahorro y la importancia del uso de lubricantes en los sistemas ferroviarios, no obstante, es muy importante el aplicarlos al contacto de manera adecuada, así como conocer las consecuencias debido a una mala lubricación. La finalidad de este trabajo es conocer los efectos que genera una grasa lubricante bajo distintas condiciones en el coeficiente de fricción y los daños en un par tribológico acero grado ER8 de acuerdo con la norma europea UNE-EN-13262, 2005 y acero estándar según la norma AREMA 2016 sección 4, los cuales son materiales de rueda y riel respectivamente, utilizados comúnmente en las líneas del Sistema de Transporte Colectivo Metro de la Ciudad de México. Se utilizó un tribómetro perno sobre disco para la experimentación simulando condiciones de total deslizamiento. Para la experimentación se propusieron dos rugosidades distintas en el disco, simulando una superficie lisa y otra rugosa (superficie con uso y superficie nueva o reperfilada) así como dos temperaturas, ambiente y la alcanzada en un contacto en curvas para un porcentaje de deslizamiento del 5 %, aproximadamente 115 °C. Se varió la cantidad de lubricante observando el efecto producido en el coeficiente de fricción y los daños producidos en el par tribológico. Se utilizó también agua para observar su efecto en la grasa lubricante. Al efectuar los experimentos se observó que la grasa lubricante utilizada no resiste de manera adecuada las altas temperaturas; además, de acuerdo con los resultados obtenidos, las superficies con mayor rugosidad no alteran de manera considerable el coeficiente de fricción y tienen una mayor resistencia al desgaste comparadas con las superficies lisas, esto es, debido a que el lubricante se retiene en las superficies rugosas a causa de la topografía de éstas y el endurecimiento de la superficie por deformación plástica.

Keywords: Lubricación, Rueda-riel, Pin-on-disk, Fricción.

Irvin Alari Vásquez Chacón, alari.chacon@gmail.com

Influencia del niquelado químico en la corrosión de una aleación fabricada por manufactura aditiva

R. Parra¹, G. Agredo^{1,2}, J. Olaya², R. Valdez¹, A. Barba¹

1 CENISA, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, DF

2 Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, Bogotá D.C

ABSTRACT

La manufactura aditiva es un método de producción tridimensional generado por la deposición de capas de material hasta generar el producto deseado. A pesar de la expansión del proceso de manufactura aditiva existe una limitada cantidad de investigación en el área. El objetivo de este trabajo consiste en caracterizar la influencia del niquelado químico en la resistencia a la corrosión de una pieza fabricada por manufactura aditiva. Para tal efecto, las muestras fueron caracterizadas por medio de diferentes técnicas electroquímicas como EIS y ENM. La microestructura del sustrato fue revelada con Nital al 2 % evidenciando la existencia de granos equiaxiales ferríticos además de la existencia de inclusiones en los límites de grano, las cuales posiblemente pueden relacionarse con óxidos de Fe debido al proceso de fabricación del material. Por otra parte, la micrografía obtenida de la probeta recubierta por medio de niquelado químico exhibe el crecimiento una capa homogénea de Ni sobre toda la superficie del sustrato con un bajo nivel de porosidad y granos columnares.

La caracterización electroquímica de la probeta sin recubrir se realizó por medio de EIS y ENM. Los resultados de impedancia electroquímica muestran de forma general la respuesta de una sola constante de tiempo caracterizada por un loop capacitivo resistivo, además de un sistema estable durante las primeras 200 horas de inmersión. Para complementar los resultados, la muestra fue caracterizada por medio de ENM, de forma general muestra una ligera estabilidad en el sistema sin embargo, los resultados obtenidos indican la degradación del material debido a fenómenos electroquímicos y la ausencia de una capa de productos de corrosión que proporcionen un efecto barrera.

Keywords: Manufactura aditiva, Corrosión, EIS, Niquelado químico

Rafael Parra, rafaelparra@yandex.com

Kinetics of Formation of Fe₂B Layers on AISI S1 Steel

Jorge Zuno- Silva¹, Mourad Keddami², Martín Ortiz-Domínguez¹, Milton Carlos Elias-Espinosa³, Felipe Cervantes- Sodi⁴, Joaquín Oseguera-Peña⁵, Libia Daniella Fernández De- Dios⁶, Oscar Armando Gomez-Vargas⁶

¹ Escuela Superior de Ciudad Sahagún-Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Cd. Sahagún-O tumba s/n, Zona Industrial CP. 43990, Hidalgo, México.

² Laboratoire de Technologie des Matériaux, Faculté de Génie Mécanique et Génie des Procédés, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene - USTHB, B.P. No. 32, 16111 El-Alia, Bab-Ezzouar, Algiers, Algeria.

³ Tecnológico de Monterrey-Campus Santa Fe, Av. Carlos Lazo No. 100, Del. Álvaro Obregón, CP. 01389, México City, México.

⁴ Departamento de Física y Matemáticas, Universidad Iberoamericana, Ciudad de México, Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, CP. 01219, México City, México.

⁵ Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México, Av. Lago de Guadalupe KM 3.5. Col. Margarita Maza de Juárez, Atizapán de Zaragoza, CP. 52926, Edo. De Méx., México.

⁶ Instituto Tecnológico de Tlalnepantla-ITTILA, S/N. Col. La Comunidad, Tlalnepantla de Baz, CP. 54070, Estado de México, México.

ABSTRACT

In the present work, the AISI S1 steel was pack-borided in the temperature range 1123-1273 K for 2- 8 h to form a compact layer of Fe₂B at the material surface. A recent kinetic approach, based on the integral method, was proposed to estimate the boron diffusion coefficients in the Fe₂B layers formed on AISI S1 steel in the temperature range 1123-1273 K. In this model, the boron profile concentration in the Fe₂B layer is described by a polynomial form based on the Goodman's method. As a main result, the value of activation energy for boron diffusion in AISI S1 steel was estimated as 199.15 kJmol⁻¹ by the integral method and compared with the values available in the literature. Three extra boriding conditions were used to extend the validity of the kinetic model based on the integral method as well as other diffusion models. An experimental validation was made by comparing the values of Fe₂B layers' thicknesses with those predicted by different diffusion models. Finally, an iso- thickness diagram was proposed for describing the evolution of Fe₂B layer thickness as a function of boriding parameters.

Keywords: Incubation time, Diffusion models, Activation energy, Growth kinetics.

Oscar Armando Gómez Vargas, oagomez2006@gmail.com

Mechanical and tribological properties of the WC-W-a:C hierarchical multilayer thin film

C. D. Rivera-Tello^{1,3}, R. Meza-Corona², D. Melo-Máximo¹, L. Melo-Máximo¹, J. Oseguera-Peña^{1,2}

¹ *Trames S. A. de C. V. Autopista México-Querétaro KM 42.5 Int.:Local B-10 Col. Fracc. Ind El Trebol Tepetzotlán, Estado de México, México C.P. 54600*

² *Termoinnova S.A. de C. V. Boulevard Central 5000 Int. 14 Parque Industrial Atitalaquia, Atitalaquia, Hgo. C.P. 42970.*

³ *Universidad de Guadalajara, Olimpica & Boulevard General Marcelino García Barragán 1421*

ABSTRACT

Recently, there has been a growing interest for the development of novel thin films or coatings with the incorporation of composites or nanocomposites inside of a carbon matrix, since several investigations have reported a significant reduction of the friction coefficient with the incorporation of carbon or carbon compound inside of different coatings. In this investigation four different WC-W-Cr-a:C coatings deposited by reactive magnetron sputtering on steel 4140 and Si have been analyzed to their morphological (scanning electronic microscopy), structural, mechanical and tribological properties. We focus the study on the advantages and disadvantages in the use of reactive gases (CH₄) for the formation of a: C matrix with a multilayer and composites configuration of WC-W for tribological low Hertzian contact applications. Our results revealed the presence of W₂C and non-stoichiometric WC_{1-x} phases and different amorphization levels. Furthermore, the hierarchical multilayer configuration obtained the highest hardness values (6.5 GPa) and a significant reduction of the wear rate in comparison to the standard multilayer and single configuration. The bonding energy between the W and C atoms acquired during the deposition process and the type of configuration (single, multilayer or hierarchical), played an important role on the morphological, structural, mechanical and tribological properties.

Key words: Hierarchical, Composite, Amorphization, Reactive Magnetron Sputtering,

Mechanical properties and microstructural stability of CuTa/Cu composite coatings

Amin Bahrami¹, Cesar F. Onofre Carrasco¹, Arturo Delgado Cardona¹, Teodor Huminiuc², Stephen Muhl¹, Tomas Polcar², Sandra E. Rodil¹

¹ *Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 D.F., México*

² *nCATS, University of Southampton, High field, SO17 1BJ Southampton, UK*

ABSTRACT

In this study, coatings presenting a 3D distribution of Cu nanocrystals within a CuTa amorphous matrix were produced in order to take advantage of the presence of nanocrystalline ductile Cu to reduce the brittleness of the glassy matrix. For such purpose, Cu-Ta alloys with a Ta content from 0 to 100 % were prepared by magnetron co-sputtering. Their structural and mechanical properties were characterized by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), X-ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), Transmission electron microscopy (TEM) and nanoindentation methods. The XRD results show that Ta-rich CuTa glass metal is formed in the coatings with 15-67 at. % Ta along with the nanocrystalline Cu and such microstructure was retained after vacuum annealing at 550°C. TEM analyses of two selected samples with 25 and 67 at. % Ta depict formation of crystalline Cu islands in an amorphous CuTa matrix in both as-deposited and annealed coatings. XPS profiles show that the coatings are mainly metallic, with a thin oxide layer. Moreover, analysis of the oxide layer indicated that Cu nanocrystals were protected against oxidation by the Ta-rich CuTa amorphous layer. A significant increase in hardness values from 0.9 for pure annealed Cu to 11.9 GPa for the samples with 98 at. % Ta is observed. Also, it has been shown that the coatings preserve their microstructural and mechanical stability after vacuum annealing.

Keywords: Cu-Ta coatings; Magnetron sputtering; Vacuum annealing; Mechanical properties.

Amin Bahrami, amin.bahrami@iim.unam.mx

Mediciones de desgaste bajo diferentes condiciones de humedad relativa de recubrimientos de TiO_xN_y producidos por sputtering

C. Rojo-Blanco, S. Muhl

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D. F.

ABSTRACT

Con el objetivo de hacer estudios de desgaste, se sintetizaron películas de oxinitruro de titanio sobre acero D2 mediante espurreo RF. Aunque hay varios factores que intervienen en los mecanismos de desgaste, tales como la carga aplicada o el contra-cuerpo utilizado, es bien sabido que la humedad relativa en la que se llevan a cabo estas pruebas puede ser una gran influencia.

Si bien existen varias maneras de analizar el desgaste, una de las más comunes es la prueba de deslizamiento recíprocante. Con este estudio se puede observar el cambio del coeficiente de fricción durante el proceso de desgaste y posteriormente medir tanto el volumen desgastado como el diámetro de la huella.

Para estudiar la variación del desgaste de las películas con respecto a la humedad relativa, se modificó el equipo de deslizamiento recíprocante de forma que se pudiera controlar la humedad en la que se encontraba el área de contacto entre el contra-cuerpo (alúmina) y la superficie de la película.

La motivación para realizar esta investigación es que los recubrimientos de titanio son ampliamente utilizados y tienen un gran número de aplicaciones en ramas que van desde la biológica hasta la aeronáutica y automotriz, por lo que se encuentran en ambientes con diferentes humedades relativas.

Keywords: Desgaste, Deslizamiento recíprocante, Humedad relativa, TiO_xN_y

Celia Rojo Blanco, rojo.blanco.c@gmail.com

Modelado de la formación de óxido de silicio en sputtering reactivo con el software Co:Sputtering Simulation Reactive mode y Espectroscopia de Emisión Óptica

J. Cruz¹, R. Sanginés², N. Abundiz-Cisneros², S. Muhl³ and R. Machorro-Mejía¹

¹ Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM. Km. 107, carretera Ensenada-Tijuana, CP.22860, Ensenada, B.C. México

² CONACYT, Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM. Km. 107, carretera Ensenada-Tijuana, CP.22860, Ensenada, B.C. México

³ Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, CDMX.

ABSTRACT

Uno de los principales problemas en la industria de recubrimientos, al realizar sputtering reactivo para formar el compuesto deseado, es la caída en la tasa de depósito cuando se incrementa el flujo de gas reactivo. Por lo general, en los experimentos se presenta una caída en el voltaje, además de un aumento en la presión total del sistema. Sin embargo, al disminuir el flujo del gas reactivo, para pasar de un blanco en estado envenenado a un blanco en estado metálico, la subida del voltaje no es en el mismo punto o flujo donde éste bajó, esto crea el famoso ciclo de histéresis. Este fenómeno se relaciona con el bombeo y/o consumo del gas reactivo del sistema. En este trabajo presentamos un modelo de la caída de la tasa de depósito usando un blanco de Silicio y como gas reactivo Oxígeno, tomando en cuenta la quimisorción de los átomos de O en la superficie del racetrack y analizando la película resultante a diferentes flujos de O. El software Co:Sputtering Simulation Reactive mode, CO-SS Rm, simula la distribución de los elementos, óxidos o nitruros, depositados por la técnica sputtering con magnetron, a través del análisis de la distribución angular en la que salen los átomos o compuesto expulsados de un blanco. Las simulaciones realizadas con CO-SS Rm toman en cuenta los fenómenos que ocurren en la superficie del blanco para poder explicar la caída del voltaje en función del flujo del gas reactivo. Entre estos fenómenos consideramos la formación del óxido en la superficie del racetrack así como su expulsión, además de la reducción del tamaño del racetrack, debido a la formación de monocapas del óxido en las zonas menos bombardeadas. Las simulaciones muestran un cambio en el rendimiento de sputtering del compuesto a diferentes flujos del gas reactivo. El espesor de las películas fue medido con un perfilómetro óptico y los depósitos fueron monitoreados *in situ* con Espectroscopia de Emisión Óptica, OES, con el objetivo de estudiar las líneas de emisión del Si, Ar y O.

Keywords: Co:Sputtering Simulation, Modelado óxido de silicio, Ciclo de histéresis.

Julio Cruz, juliocruz@cryn.unam.mx

Modelado del sistema reactivo presente en los sistemas de lubricación de motores de combustión interna

S. Domínguez-García¹, L. Béjar-Gómez², R. Huirache-Acuña¹, J. Lara-Romero¹, R. Maya-Yescas¹

¹ Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Michoacán, México

² Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, 58030, Morelia, Michoacán, México

ABSTRACT

En los sistemas de lubricación de motores de combustión interna, los lubricantes cumplen con varias funciones tales como disminuir fricción, mitigar desgaste, enfriar el motor, etc. La disminución de la fricción y la mitigación del desgaste se consiguen mediante el empleo de aditivos, los cuales son químicos preparados sintéticamente. Estos aditivos reaccionan y depositan una capa tribológica, o “tribocapa”, sobre las superficies metálicas que experimentan fricción. Al cumplir su función, la tribocapa se degrada, perdiendo sus propiedades, y quedando como subproductos de desgaste en el aceite. El análisis completo de las cinéticas de reacción para la formación de la tribocapa resulta poco práctico debido al número de compuestos que integran a los lubricantes, así como aquellos presentes en la formación y degradación de la tribocapa.

Por tanto, en este trabajo se realiza un análisis simplificado del comportamiento dinámico para la formación de tribocapa en sistemas de lubricación de motores de combustión interna a través de la propuesta de mecanismos de reacción aglomerados. A partir de los datos experimentales obtenidos de muestreos a nivel taller, se determinó una pseudo constante cinética para la formación de productos de desecho provenientes de los aditivos, en un sistema lubricante real, y se modeló y analizó la posible distribución de productos clave en la ruta de reacción de dos aditivos.

Keywords: Tribocapa, Ruta reactiva, Desgaste, Lubricación.

Rafael Maya Yescas, rmayay@umich.mx

Modificación de la capa de TiAlV producidas por DC Magnetron Sputtering por proceso Hidrotermal

Brianda Jazmin Rosas Garfias, Ernesto David García Bustos, Armando Centeno

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, CUCEI.

ABSTRACT

El óxido de Titanio presenta una gran variedad de propiedad, lo cual lo hace un material de interés por una gran variedad de aplicaciones ópticas, electrónicas, químicas, biológicas entre otras. Es por ello que diversos proyectos han sido dedicados al estudio de las propiedades de TiOx (generalmente en fase anatasa, rutilo, amorfo o nanocristalino) por diversos métodos de síntesis.

En este trabajo se presenta la caracterización de los efectos del proceso Hidrotermal de un recubrimiento de TiAlV producido por Magnetron Sputtering en una solución de Peróxido-Agua Destila (a 0, 20, 40, 60, 80 y 100% de peróxido) a 150°C, con el objetivo de producir y controlar el crecimiento de una capa de TiOx en la superficie de la capa metálica. Los cambios en el recubrimiento se caracterización utilizando XRD (configuración theta-2theta) para conocer los cambios estructurales, EDS para determinar las modificaciones en los cambios químicos y espectroscopia Raman para el estudio de los cambios producidos por el proceso. La morfología superficial de la capa se caracterizó antes y después del proceso Hidrotermal utilizando microscopia óptica y electrónica. Las soluciones fueron caracterizadas antes y después del proceso Hidrotermal con el objetivo de estudiar las partículas liberadas durante el proceso. Estas se caracterizaron utilizando espectroscopia UV-Vis y Ph de la solución. Aunque se presentó un cambio en la coloración del recubrimiento y al no mostrar evidencia de la generación de capa de TiOx en la superficie del recubrimiento, se observó un ataque severo del recubrimiento en el proceso Hidrotermal a 60 y 80% de peróxido, produciendo un desprendimiento severo del recubrimiento, indicando un ataque elevado en la interfaz. El análisis de los difractogramas de las muestras a 60, 80, 100 % presento un desplazamiento del pico principal además de la aparición de un pico a 32°. Las soluciones presentaron una reducción en la acides del de 3.8 a 6.6 después del proceso Hidrotermal además de la presencia de partículas y cambio de la coloración.

Keywords: TiO_x, Hidrotermal, Recubrimiento, Espectroscopia.

Brianda Jazmin Rosas Garfias, bjazminrg@gmail.com

Modificación del comportamiento de la lubricación de aceites automotrices comerciales mediante la adición de rGO-MoSX

J. D. Oscar Barceinas Sánchez¹, Katya Flores², Felipe Caballero Briones³

¹ Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro del Instituto Politécnico Nacional, Querétaro, Qro.

² Chemical & Schutz High Performance Lubricants, S.A. de C.V. El Llano, Aguascalientes.

³ Instituto Politecnico Nacional, Materiales y Tecnologías para energía, salud y medio ambiente (GESMAT), CICATA, Altamira. 89600 Altamira, Tamps.

ABSTRACT

Se sintetizó óxido de grafeno con tres grados de oxidación denominados GO-Ox, GO y GO+Ox. Éstos se redujeron y decoraron químicamente con MoSX, mediante un tratamiento hidrotérmico usando molibdato de sodio y tiourea como precursores de Mo y S, respectivamente, para después evaluarse como aditivos en aceites lubricantes automotrices comerciales. Mediante difracción de rayos-X se observó un corrimiento del pico del plano (002) de la estructura laminar del GO, el cual se atribuye a variaciones del grado de exfoliación, también se observó que la distancia interplanar disminuyó al aumentar el grado de reducción, hasta el punto en que el pico característico del GO desaparece, observándose solo picos asociados a MoSX. Por microscopia electrónica de transmisión se observó que la decoración de la superficie de los GOs ocurrió de manera uniforme. Mediante FTIR se observaron bandas características de los grupos hidroxilo, carbonilo, carboxilo y epóxido, así como la reducción del GO en rGO y rGO/MoSX, pues aparece la banda del sulfuro. Posteriormente, se prepararon soluciones dispersando los polvos sintetizados en aceites parafínico base y automotrices comerciales para obtener sus curvas de Stribeck en un tribómetro de bola en disco. Las micrografías del microscopio electrónico de barrido no mostraron evidencia de desgaste en los discos, pero si el depósito de una capa sobre el área de contacto. Se midieron los coeficientes de fricción, en el régimen de lubricación mixta, para cada una de las formulaciones, obteniéndose el valor más bajo de 0.02 para el aceite lubricante comercial económico adicionado con 7.5 mg/l del polvo de rGO/MoSX.

Keywords: Grafeno, MoSx, Bola en disco, Curva de Stribeck

J. D. Oscar Barceinas Sánchez, obarceinas@ipn.mx

Obtención y caracterización de recubrimientos de Ti y AlN sobre superficies de acero 304L

D. A. Gonzalez D.¹, J.E. Oseguera P.², L. Melo M.², D. V. Melo M.², A. E. Murillo S.², A. López V.³

¹FIME UV Campus Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán, 91000 Xalapa-Enríquez, Veracruz.

²ITESM, Av. Lago de Guadalupe KM 3.5, Margarita Maza de Juárez, 52926 Cd López Mateos, Estado de México.

³Laboratorio de Tribología FIME, UV Campus Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán, 91000 Xalapa-Enríquez, Veracruz.

ABSTRACT

Se realizaron recubrimientos de Ti como capa de adhesión y AlN como recubrimiento final sobre sustratos de acero 304L mediante *physical vapor deposition* con la técnica de reactive magnetron sputtering con corriente directa. Se analizó el efecto de la variación de parámetros como temperatura, potencia, tiempo de exposición al plasma, flujo de gases de trabajo y presión de vacío. Se analizaron características tanto mecánicas y tribológicas por el método pin-on-disk con cargas de 1N y 5N en una distancia de 200 metros con tiempo de 22 minutos; se realizó el análisis de las superficiales por el método de DRX por haz rasante y la microestructura por medio de microscopia electrónica de barrido+EDS, Mapeo por elementos obteniéndose también los espesor de las diferentes películas.

Keywords: Recubrimientos, Plasma, Acero, Ti/AlN

Daniel Alejandro Gonzalez Diaz, dandiaz@hotmail.es, zs13011105@estudiantes.uv.mx

Physical properties of carbon nanotubes deposited on semiconductor materials for photovoltaic devices.

J. I. Álvarez-Vázquez¹, J. Sastré-Hernández², G. Ortega-Cervantes³, J. Ortiz-López³

1 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM, Campus Estado de México.

2 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM, Campus Santa Fé.

3 Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Departamento de Física, Unidad Zacatenco, Ciudad de México.

ABSTRACT

In recent years, nanotechnology research has focused special attention on carbon nanotubes (CNT) due to their extraordinary electrical properties for promising applications in photovoltaic devices. Previously, carbon nanotubes have been used as posterior contacts of cadmium telluride (CdTe) solar cells obtaining improvements in their conductivity, filling factor and efficiency.

In this work, single-walled carbon nanotubes were deposited by spray-painting technique as the top layer over an aluminum doped zinc oxide (ZnO: Al, AZO) substrate, with the following structure: non-conductive glass/ZnO: Al/CNT. AZO transparent conducting thin films were deposited by a radio-frequency (RF) magnetron sputtering system at room temperature in pure argon ambient and a high vacuum level. Eight zinc oxide samples in different conditions were processed with a thickness between 99 and 284 nm.

The films with carbon nanotubes were examined by scanning electron microscopy (SEM) and Raman Spectroscopy (RS). The influence of sputter power, deposition time, film thickness and electrical properties (electrical resistivity, laminar resistance, and conductivity) of layered films was investigated. The optimization of the growth parameters (RF power, sputtering pressure, thickness) was also carried out.

Keywords: Carbon nanotubes, Thin films, Sputtering, Spray deposition.

Juana Isela Alvarez Vázquez, a01746883@itesm.mx

Producción y caracterización de películas delgadas de ZnO para biosensores

B Morales, A. Martínez, E. Ortega, E. Murillo, D.V. Melo-Máximo, L. Melo-Maximo, J. Oliva-Ramírez, O. Salas, J. Oseguera

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Estado de México, México.

ABSTRACT

Se fabricaron películas delgadas de óxido de zinc (ZnO) en sustratos de acero 304L mediante la técnica de evaporación catódica reactiva con una fuente de corriente directa. Se variaron los parámetros de proceso para obtener películas con las mejores propiedades mecánicas y de orientación para su uso en biosensores. Las muestras se analizaron por microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido y difracción de rayos-x. La caracterización mecánica se llevó a cabo mediante scratch test y ensayos de desgaste por medio de la prueba de pin on disc. De los resultados se observó que la variación de la mezcla de gases y la variación de potencia tienen un efecto considerable en la orientación preferencial de los recubrimientos y en su desempeño mecánico.

Keywords: ZnO, Biosensores, PVD.

Oscar Bernardo Morales Jiménez, A01373411@itesm.mx

Propuesta de una metodología integral para la evaluación tribológica de engranajes de dientes rectos

U. Gabriel¹, J. A. Velázquez¹, A. López¹, E. Y. Fariñas²

¹ Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UV, Región Xalapa

² Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara, Cuba

ABSTRACT

Las transmisiones que utilizan engranajes de dientes rectos exteriores, aún son de las más utilizadas en la actualidad. Se pueden encontrar en componente de sistemas MEMS, hasta en operación de un agitador o aerogenerador de gran potencia. Debido a la naturaleza en la operación, al engranarse los dientes, las superficies de contacto desarrollan fricción y desgaste. Además, en el caso de que la transmisión sea lubricada, la generación de calor, hace que la temperatura del lubricante aumente y se provoca cambios en su viscosidad; desarrollándose un problema tribológico complejo. Ante estas circunstancias, se han propuestos diferentes metodologías que contemplan la disminución de picadura y desgaste abrasivo. Algunos autores proponen correcciones geométricas de la altura de dientes en contacto, corrección en la punta del diente, entre otras; pero sin tomar en cuenta un sistema de lubricación. Otras propuestas sólo utilizan engranajes sin corrección geométrica, enfocándose sólo en los fenómenos tribológicos del lubricante y las superficies de contacto. Por otro lado, existen escasas metodologías que toman en cuenta ambos aspectos pero no profundizan en aspectos cinemáticos de operación como el número de dientes adecuado para la corrección geométrica. Por lo tanto, este trabajo propone una metodología integral que tome en cuenta una corrección geométrica adecuada, al relacionar el número de dientes, el espesor de capa de lubricante; a la vez que disminuya el fenómeno de picadura.

Keywords: Engranajes, Corrección, Lubricación, Picadura.

Ulises Gabriel-García, ugabriel@uv.mx

Respuesta tribológica de pieles de serpiente

P. A. Cuervo¹, E. Zuluaga¹, M. Valdés², J. G. Ardila², C. A. Isaza³, A. O Toro¹, E. Chica³, J. S. Rudas³

¹ Universidad Nacional de Colombia, Materiales y Minerales, Grupo de investigación GTS, Medellín, Colombia

² Instituto Tecnológico Metropolitano, Grupo de investigación MATyER-CADD, Medellín, Colombia

³ Institución Universitaria Pascual Bravo, Grupo de investigación GiiEN, Medellín, Colombia

ABSTRACT

La comprensión del comportamiento tribológico de algunas estructuras naturales ha servido para el diseño y optimización de superficies de elementos de máquinas que están sometidos a condiciones de contacto deslizante. En el presente trabajo se presenta la caracterización morfológica, mecánica y tribológica de la piel de dos especies de serpientes (*Boa Red Tail* y *Phyton Regius*). Para la obtención de las muestras, las pieles fueron seccionadas en cuatro cuartiles desde su cabeza hacia su cola y se le realizaron pruebas de nanoindentación y ensayos tribológicos tipo Pin-disco. Para los ensayos de nanoindentación se usó una punta piramidal tipo Berkovich y se usó un ensayo convencional de múltiple descarga con el fin de identificar el cambio en las propiedades mecánicas desde la superficie hacia el interior de la muestra. Para los ensayos tribológicos, se realizó una prueba tipo Pin-disco y se usó un par deslizante conformado por la piel de serpiente en contacto contra madera de balsa en seco bajo condiciones atmosféricas normales, para ello, se consideraron dos condiciones de deslizamiento, en la primera se usó la dirección cabeza-cola (hacia adelante) y en la segunda se usó la dirección cola-cabeza (hacia atrás). De los resultados obtenidos, se logró establecer correlaciones entre las propiedades mecánicas y topográficas de las pieles con su comportamiento tribológico. Además, se logró identificar una respuesta anisotrópica en fricción dado que el valor del coeficiente de fricción (COF) es estadísticamente diferente cuando se compara la locomoción hacia adelante y hacia atrás.

Keywords: Tribología; Superficies determinísticas; Propiedades mecánicas; Piel de serpiente.

Juan Gonzalo Ardila, juanardila@itm.edu.co

Simulación de Desgaste Erosivo en Moldes Metálicos utilizados en la Fabricación de Corazones

I. Rodríguez-Leal, D.I. Martínez, A. Pérez, A. M. Guzmán

¹ Programa Doctoral de Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL. Pedro de Alba S/N, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza N.L. México.

ABSTRACT

El desgaste erosivo ocasionado a los moldes metálicos, que se utilizan en la fabricación de corazones de arena en la industria automotriz, origina problemas en los productos finales como monoblocks o cabezas de aluminio como: espesor de paredes, dimensiones y defectos en la superficie. Para recuperar o reutilizar el molde metálico por el desgaste que presenta, éste tiene que ser reparado mediante maquinado y/o remplazado por lo que representa una pérdida económica y pérdida de tiempo en operación. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es simular el desgaste erosivo que sufren los herramientas utilizados en el proceso de soplado de corazones y predecir el tiempo de vida útil de los herramientas mediante el uso de software fundamentado en la teoría de mecánica de fluidos y análisis de diferencias finitas. Las simulaciones serán enfocadas a las zonas críticas de impacto en la superficie del molde, donde existan un severo desgaste tanto para condiciones de operación de caja fría o caja caliente utilizados en el proceso de fundición por gravedad.

Keywords: Erosión, Aceros Herramienta, Simulación, Aluminio.

Dora Irma Martínez Delgado, dora.martinezdl@uanl.edu.mx

Study of the friction between a tire and hydraulic concrete using a British pendulum

N. Santander¹, E. Gallardo¹, E. Vera², M. Moreno²

¹ Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME, Unidad Zacatenco, Grupo de Tribología, Col. Lindavista, C.P. 07738, Ciudad de México, México.

² Tecnológico Nacional de México/I.T.Pachuca, Col. Venta Prieta, Pachuca Hidalgo, C.P. 42083. Hidalgo, México.

ABSTRACT

The British pendulum is a device that is used to measure the resistance to sliding between a rubber slider, which is already normalized for different types of applications, and a solid surface. For this particular work, sliders were manufactured from the rubber of a tire and hydraulic concrete specimens in order to analyze the behavior of the friction in dry and wet conditions between both surfaces. For this study, 100 tests were performed in dry conditions and 100 in wet conditions in order to guarantee the reliability and repeatability of the results obtained; later these results were compared with those obtained with a normalized slider that is used in pavements, with which similar results were observed. It was found that although one hundred repetitions were made for each slider, no significant wear was obtained, this due to the high resistance to wear by abrasion; also in dry condition the coefficient of friction is more stable than in wet condition, since when water is applied to the concrete specimen, the coefficient of friction tends to decrease in each test.

Keywords: Friction, Rubber, Slider, Wear.

Juan Norman Santander Reyes, sarnorman@hotmail.com

Study of the wear by reciprocating sliding of the UNS C63000 Aluminum-Nickel Bronze base and with thermal treatment of quenched and quenched-tempered

Ana Laura Zárraga Zárraga, Ezequiel Alberto Gallardo Hernández

Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME, UZ, IPN, Grupo de Tribología, Col. Lindavista, Ciudad de México, C.P. 07738, México.

ABSTRACT

Aluminum bronzes are copper-based alloys with excellent mechanical properties and corrosion. These properties to be superior to those that occur in low carbon steels or cast iron, allow bronzes are one of the most versatile alloys in the industry, finding them in various applications. The present work deals with the study of the wear by reciprocating movement of the UNS C63000 Aluminum-Nickel Bronze considering the base material and with heat treatment of quenched and quenched-tempered made by the company TERMOINNOVA S.A DE C.V., in dry and lubricated conditions.

With the intention of replicating the real contact that exists in the mechanisms where these materials are used, such as a bushing and a guide bar and considering the results obtained in preliminary tests, a conformable contact was proposed in a test with a load of 25N during 30 min for the dry condition and 45 min for the lubricated condition, establishing a speed of 200 rpm to reach 6000 and 9000 cycles respectively. The tests were carried out in a tribological machine built under the ASTM G133-05 standard located in the Tribology Laboratory of the IPN-SEPI-ESIME Zacatenco, implemented modifications to simulate some of the conditions under which the aforementioned elements operate.

With these parameters, the behavior of the coefficient of friction (μ) is analyzed, as well as the mass loss in the bronze pins in the different conditions. The wear traces were characterized by optical microscopy and scanning electron microscopy (SEM).

The results obtained allow us to evaluate the advantages and disadvantages of thermal treatments as alternative solutions when the elements manufactured with bronze and in contact with steels, present wear problems.

Keywords: UNS C63000 Bronze, AISI 4140 Steel, wear, reciprocating movement.

Ana Laura Zárraga Zárraga, laura.zarraga.zarraga@gmail.com

Synthesis and characterization of BiFeO₃/ZnO heterojunction for photocatalysis applications

J.P. Ortiz-Beas¹, M. L. García-Guaderrama², O. Ceballos-Sanchez², R. Ruelas-Lepe², A. Sanchez-Martinez³

¹ Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. CP. 44410.

² Departamento de Ingeniería de Proyectos, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. CP. 45100.

³ Cátedra CONACYT – Departamento de Ingeniería de Proyectos, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. CP. 45100.

ABSTRACT

Bismuth ferrite (BFO) is a multiferroic material with a rhombohedrally distorted perovskite structure that exhibits the coexistence of G-type antiferromagnetic (AFM) spins with a Néel temperature of 643 K and ferroelectric (FE) polarization with a Curie temperature of 1103 K. This material has received noticeable attention due to its potential applications (as spintronics, data storage, microelectronics, and magnetic sensors). Recently, this perovskite has shown a photovoltaic effect, which makes it a promising candidate for the design of optoelectronic devices. On the other hand, ZnO is a semiconductor used widely due to that it presents properties of great interest for optoelectronic, photovoltaic and photocatalytic applications. This material is a n-type semiconductor with a band gap of 3.2 eV. There are reports that use both BiFeO₃ and ZnO for photocatalytic applications. In this work, we present the synthesis and characterization of BiFeO₃/ZnO heterojunction in order to find suitable properties for the photocatalytic degradation of organic dye. First, BFO powder was synthesized via molten salts method. The salts employed were NaCl and KCl (1:1). For preparing BFO/ZnO heterojunction, the BFO powder obtained was added to a chemical solution containing zinc nitrate. Ammonium hydroxide was used as a precipitating agent. The structural, morphological and optical properties were analyzed using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive spectroscopy (EDS) and UV-vis spectroscopy (UV-Vis).

Keywords: BFO/ZnO heterojunction, molten salts, co-precipitate, photocatalyst.

Juan Pedro Ortiz Beas, pedro.ortiz@alumnos.udg.mx

Técnica multipass scratch aplicada en un acero H13 borurado y nitrurado

R.C. Vega-Morón¹, G.A. Rodríguez-Castro¹, M.F. Toledo-Romo¹, N.P. Padilla-García²

¹ Instituto Politécnico Nacional, SEPI ESIME Zacatenco, Grupo Ingeniería de Superficies, Ciudad de México

² Instituto Politécnico Nacional, SEPI ESIME Azcapotzalco, Grupo Ingeniería de Superficies, Ciudad de México

ABSTRACT

En este trabajo se estudió el comportamiento tribológico a través de la prueba *multipass scratch* del acero H13 endurecido mediante dos procesos termoquímicos: borurado y nitrurado. Primero, los recubrimientos se caracterizaron de manera físico-química y mecánica, mediante las técnicas de microscopía electrónica de barrido (MEB), difracción de rayos X (DRX) e indentación instrumentada. Luego, se llevó a cabo la prueba de *scratch* en modo de carga progresiva, las huellas se analizaron mediante microscopía óptica (MO), MEB y perfilometría óptica; se determinaron mecanismos de falla y cargas críticas en cada recubrimiento. Finalmente, a partir de las cargas críticas obtenidas en *scratch*, se seleccionaron cargas subcríticas para llevar a cabo la prueba de *multipass scratch*. Se aplicaron 25, 50, 75 y 100 pasadas con dos cargas diferentes en cada recubrimiento; las huellas se analizaron de manera similar a la prueba de *scratch*. Además, en esta prueba se analizó la evolución de los coeficientes de fricción (COF) y el daño acumulado en las diferentes pasadas del indentador.

Keywords: Borurado, Nitrurado, Scratch, Multipass.

Roberto Carlos Vega Morón, vega.moron@gmail.com

Tribocorrosion behavior of Ti64/TiN Composites Fabricated by Solid State Sintering

J. Chávez¹, O. Jiménez², L. Olmos³, M. Flores², D. Bouvard⁴

¹ Posgrado en estructuras, FIC. Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mujica, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México.

² Departamento de Ingeniería de Proyectos, Universidad de Guadalajara, José Guadalupe Zuno #48, Los Belenes, Zapopan, Jalisco, C.P. 45100, México

³ INICIT, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mujica, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México.

⁴ Laboratoire GPM2, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, SIMAP, 38000 Grenoble France

ABSTRACT

Ti6Al4V is a well-known alloy due to its excellent biocompatibility and corrosive properties. However, it is also known its deficient wear resistance which is often attributed to their poor mechanical properties such as low hardness and ductility which are increased by the interaction with the environment and chemical reaction under load can increase the wear of components. Different methods to improve the surface properties of this alloy has been used such as the addition of ceramic particle reinforcement. One of the most promissory technique of particle reinforcement is the powder metallurgy route. This processing technique involves a compaction followed by a sintering process to consolidate initial powders. In this work, the solid state sintering of Ti64 reinforced with 5, 10 and 15 % vol. of TiN particles is presented as an alternative to improve the bio-tribocorrosive response of conventional Ti64 alloy. Composites were sintered at 1200-1400 °C in a dilatometer under inert (Ar) atmosphere in order to evaluate the effect of reinforcement particles addition on the densification of samples. Microstructure of the samples was analyzed by optical microscopy and FE-SEM (Field Emission- Scanning Electron Microscopy) of the polished surfaces. Vickers microhardness of the composites was also evaluated. The fluid selected for the tribocorrosion tests was SBF (Simulated Body Fluid) at 37 °C and the contact was performed with an alumina ball (diameter) and 2N load during 30 min in a reciprocating sliding configuration. The wear mode was evaluated with FE-SEM inspection of the wear tracks. The products resulted from the contact effect after the tribocorrosion tests were studied by Raman spectroscopy analysis. Results shown that the microhardness values increased with the reinforcement particles addition and sintering temperature despite the relative density decrement as a result of the microstructure change. The corrosion potential during tribocorrosion tests showed less tendency to corrosion by effect of the particle reinforcement. Beside the low increase in CoF, the wear volume decreases as compared with the unreinforced samples. Tribocorrosion products in the composite material were identified as a combination of anatase and rutile oxidation phases of Ti.

Jorge Manuel Chávez Aguilar, jomachag@gmail.com

Tribological properties of non-asbestos brake pad material by using agave *Angustifolia* Haw fiber bagasse

Carlos Martínez-Díaz¹, Magdaleno Caballero-Caballero¹, Fernando Chiñas-Castillo², Rafael Alavéz-Ramírez¹, Ezequiel Alberto Gallardo-Hernández³, José Luis Montes-Bernabé¹

¹ Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, C.P. 71230, Oaxaca, México.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Oaxaca, Department of Mechanical Engineering, Calz. Tecnológico No. 125, Oaxaca, Oax., C.P. 68030, México.

³ Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME-UZ, Grupo de Tribología, Col. Lindavista, C.P. 07320 Ciudad de México, México.

ABSTRACT

The industry of mezcal in Oaxaca, Mexico, after distillation, produces bagasse as waste material that, in open-air disposition, becomes a source of environmental contamination. Brake lining materials are composite materials of complex formulation that play a very important function in the safety of the automotive system. The aim of this work was to evaluate the tribological performance of an alternative material for brake pad lining reinforced with agave *Angustifolia* Haw bagasse fibers made by hot press molding against a cast iron disc. The tribological evaluation was performed on a pin on disc rig according to the ASTM G99 standard. The results were compared to a commercial brake pad of phenolic nature. Five composite formulations were developed by addition of 0 wt.%, 13.5 wt.%, 27 wt.%, 32 wt.%, 44 wt.% and a commercial brake pad. It is shown that the addition of agave fiber bagasse increases wear resistance as the concentration is increased. The best fiber reinforced brake pad specimens showed an average friction coefficient of 0.4 while the commercial brake pad had a friction coefficient of 0.3. Wear results indicate that agave fiber bagasse brake pad specimens had better performance than the commercial brake pad tested. It is concluded that the agave fiber reinforced brake pad formulation showed acceptable mechanical and tribological characteristics to be a suitable alternative to brake pads for small and medium-sized vehicles.

Keywords: Tribological, Fiber bagasse, Agave *Angustifolia* Haw, Brake pads, Wastes.

Fernando Chiñas-Castillo, fernandochinas@gmail.com

Variación microestructural en películas de TiO₂ con tungsteno depositadas sobre silicio (100) mediante co-sputtering

J. B. Santaella-González¹, L. García-González¹, L. Zamora Peredo¹, D.J. Araujo-Pérez², F. López Huerta², C. Guarneros Aguilar³, M.P. Cruz Jáuregui⁴, T. Hernández Quiroz¹, J. Hernández-Torres¹

¹ Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, Veracruz, 94294, Boca del Río, Veracruz, México.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana, Veracruz, Boca del Río, Veracruz, México.

³ CONACYT, Instituto Politécnico Nacional, Laboratorio de Tecnologías y Materiales para Energía, Salud y Medio Ambiente, CICATA Altamira, Tamaulipas, México.

⁴ Centro de Nanociencias y Nanotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 22860, Ensenada, Baja California, México.

ABSTRACT

En el presente estudio se depositaron películas de TiO₂ con tungsteno sobre sustratos de Silicio (100) mediante co-sputtering. Se utilizaron blancos de Ti, TiO y W en un ambiente de argón hasta alcanzar un vacío de 2×10^{-6} Torr, a temperatura ambiente. Durante los depósitos se varió la potencia aplicada en el blanco de W en 10, 14 y 18 Watts, para obtener diferentes porcentajes de tungsteno. Se realizaron tratamientos térmicos pos-deposito con tres intervalos de calentamiento: el primero a 125°C, el segundo a 250°C y el tercero a 375°C, donde cada intervalo duro 20 minutos, para finalmente alcanzar 500°C durante 3 horas, y así analizar cambios en su microestructura. La presencia de las fases cristalinas rutilo y anatasa fueron identificadas por difracción de rayos X y corroboradas con la presencia de los modos vibracionales 448, 615 cm⁻¹ y 144, ~ 398 y ~ 639 cm⁻¹, los cuales están relacionados con las fases rutilo y anatasa. Conforme incrementamos el porcentaje de Tungsteno en la matriz de TiO₂ la fase cristalina rutilo incrementó. Se realizó análisis Scherrer para determinar el tamaño de los cristales, los cuales estuvieron por debajo de los 7 nm, donde la fase mayoritaria siempre fue rutilo. Por SEM se analizó la morfología de la superficie donde se puede apreciar la formación de cúmulos de pequeñas partículas de tamaño nanométrico alrededor de los 10 nm, corroborando los resultados de Scherrer. A través de la sección transversal se midieron los espesores de las películas delgadas, los cuales miden aproximadamente 500 nm. El porcentaje atómico de tungsteno en las películas fue determinado por EDS, encontrándose que éste aumenta de 1.01, 1.63 hasta 2.67, provocando con ello que los valores de dureza fueran incrementándose en 20.70, 20.88 y 21.70 GPa, respectivamente.

Keywords: Raman, XRD, Dureza, SEM, EDS.

Jorge Bertín Santaella González, jbsantaella@hotmail.com

Viscosímetro rotatorio didáctico

Ervin Jesús Álvarez Sánchez, Andrés López Velázquez, Rosario Aldana Franco, Fernando Aldana Franco, José Gustavo Leyva Retureta, Yazmín Rivera Peña

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

ABSTRACT

En este artículo se da a conocer la propuesta de un prototipo de viscosímetro rotatorio didáctico, de bajo peso y costo, mediante el cual los estudiantes podrán realizar prácticas con este tipo de tecnología y comprobar experimentalmente la parte teórica relacionada con la viscosidad de los fluidos. La propuesta que se realiza para el diseño del viscosímetro está basada en los datos matemáticos disponibles en la literatura, permitiendo de esta manera que los elementos que componen el dispositivo sean considerados válidos para llevar a cabo las pruebas de viscosidad. Posteriormente, se construyen virtualmente todos los elementos que conforman el prototipo utilizando el software Autodesk Inventor®, con el cual se pueden verificar los posibles puntos de falla que puedan llegar a tener cada uno de ellos, para posteriormente realizar un ensamble general del prototipo, verificando la dinámica de movimiento de las partes móviles, así como los posibles puntos de falla en los puntos de unión de los elementos. Finalmente, para la construcción del prototipo se propone utilizar la tecnología de impresión en 3D, mediante la cual se pueden obtener elementos de bajo peso y con la resistencia mecánica suficiente para poder ser utilizados en el viscosímetro, además de que por medio de esta tecnología el costo de fabricación disminuye significativamente. Como parte de los resultados, se mostrará la propuesta de prototipo del viscosímetro rotatorio ya construido.

Keywords: Viscosímetro rotatorio, Prototipo, Didáctico, Impresión 3D

Ervin Jesús Álvarez Sánchez, eralvarez@uv.mx

Bias-dependent friction coefficient and piezoelectric response of a polycrystalline Bi-Fe-O thin film

A. Garduño-Medina¹, M. A. Vázquez-Delgado^{1,2}, E. Camps³, V. Garcia-Vazquez¹, F. Pérez-Rodríguez¹, F. J. Flores-Ruiz⁴

¹ Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal J-48, Puebla, Pue. 72570, Mexico.

² Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal J-48, Puebla, Pue. 72570, Mexico.

³ Departamento de Física, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Apartado Postal 18-1027, Ciudad de México 11801, Mexico.

⁴ CONACYT-Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal J-48, Puebla, Pue. 72570, Mexico.

ABSTRACT

Bismuth ferrite (BiFeO₃) is a multiferroic material with promising technological applications, such as lead-free ferroelectric memory devices. The potential application of those devices requires to know the friction behavior around the material coercive level. In this work, an Atomic Force Microscope (AFM) equipped with a conductive probe was used to simultaneously measure the bias-dependent coefficient friction and the electromechanical response of a polycrystalline Bi-Fe-O film. Measurements of phase switching and amplitude butterfly loops were performed first to determine the coercive bias value. In order to produce a phase contrast between the electric dipoles with up and down polarization, concentric micrometric areas were polled, positive and negatively, by using a voltage higher than the coercive value. Friction and electromechanical experiments were then performed in a region that includes both up and down polarized ferroelectric domains. The coefficient friction was obtained by increasing the applied load of the conductive probe on the sample at an ac-voltage with an amplitude lower than the coercive value to avoid switching. Coefficient friction experiments were later repeated by increasing the ac-voltage amplitude until the material coercive bias was exceeded. Those experiments were performed together with the piezo-response measurements. In addition, all experiments were performed at zero ac-voltage as a reference. Results are discussed in terms of applied load, bias voltage, and material microstructure.

Prueba ISO 10993-5 aplicada a capas FeB-Fe₂B en acero AISI 316 L

C. López-García¹, I. Campos-Silva², R. Pérez pastén- Borja³, J. Matrínez-Trinidad², R. Reyes Helguera², A. Reyes Cedillo⁴

¹ Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Carretera Federal México Cuautla S/N, La Candelaria Tlapala, Estado de México, México.

² Instituto Politécnico Nacional, Grupo Ingeniería de Superficies, SEPI-ESIME, U.P. Adolfo López Mateos, Zacatenco, Ciudad de México 07738, México.

³ Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ENCB, U.P. Adolfo López Mateos, Zacatenco, Ciudad de México 07738, México.

⁴ Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Carretera Federal México Cuautla S/N, La Candelaria Tlapala, Estado de México, México.

ABSTRACT

El siguiente proyecto de investigación describe el comportamiento que han presentado probetas de acero AISI 316L y AISI 316L con tratamiento termoquímico de borurización en polvo, expuestas a ensayos de citotoxicidad aplicando los lineamientos de la norma ISO 10993 apartado 5.

El ensayo de citotoxicidad in vitro se realizó en células de fibroblasto humano inmortalizado con número estándar CHON-002 (ATCC® CRL-2847™) y Vero epitelio renal de mono verde (*Cercopithecus aethiops*) (ATCC® CCL-81™). Las células se conservaron en medio DMEM suplementado con antibióticos y antimicóticos (100 unidades / mL penicilina, 100 mg / ml de estreptomycin y 0,025 g / ml de anfotericina), Glutamina 2 mM, y 10% de suero fetal bovino, a 37°C en una incubadora humidificada y con una atmósfera de 5% CO₂. Los cultivos se conservaron hasta que llegaron a 90% de confluencia. Para el subcultivo y experimentos. En virtud de que la viabilidad celular no se vio modificada por el medio de prueba a concentraciones del lixiviado, sus diluciones y al 100%, entonces se demuestra que la superficie borurada no libera productos citotóxicos.

Keywords: Lixiviado, viabilidad, citotoxicidad, DMEM, dilución.

Claudio López García, claudiolg01@gmail.com

Study of the tribological behavior of ZrB₂/ZrB₂N coatings deposited on Ti6Al4V biomedical alloy by HIPIMS

L. Flores-Cova, O. Jiménez, J. Pérez-Alvarez, M. Flores

Universidad de Guadalajara, CUCEI, Posgrado en Ciencia de Materiales, Guadalajara, Jal.

ABSTRACT

Ti6Al4V alloy is widely used in different industries, as in biomedical devices. This alloy is important due to his excellent corrosion resistance and biocompatibility, however, they have relatively low wear resistance which is a drawback because it reduces their service life. Therefore, many coating systems have been deposited on biomedical alloys in order to improve their wear resistance. In this study we deposited ZrB₂/ZrB₂N coatings by HiPIMS. The thickness and the growth morphology of the films were studied from cross-sectional SEM images. The structure of the coatings was identified by means of XRD technique. The mechanical properties (hardness and Elastic Modulus) were studied through nanoindentation techniques. Wear tests were performed using a tribometer with a reciprocating sliding motion, using a 10 mm diameter Al₂O₃ ball, frequency of 1 Hz, a stroke length of 10 mm, sliding time of 30 minutes and at different normal loads (0.5 and 1) N. The wear tracks were analyzed by optical profilometry. The thickness of the coatings was between of 1.5 μm. The multilayer showed to be better in wear resistance than Ti6Al4V alloy.

Keywords: ZrB₂/ZrB₂N, Wear, Ti6Al4V, HiPIMS.

Luis Martín Flores Cova, luis.fcova@alumnos.udg.mx

Diagnóstico en Tribología mediante redes neuronales artificiales

R. Aldana¹, A. López¹, F. Aldana¹, EJ Alvarez¹, Y. Rivera¹, JG. Leyva¹, S. Peña²

¹ Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UV, Xalapa, Veracruz.

² Estudiante de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UV, Xalapa, Veracruz.

ABSTRACT

La prevención de daños a los mecanismos puede realizarse mediante diagnóstico tribológico oportuno; con ello pueden evitarse pérdidas económicas por daños a los operadores y/o por destrucción del equipo. El diagnóstico tribológico se realiza mediante pruebas especializadas para determinar sus características. En este trabajo se planteó el problema del diagnóstico tribológico como una tarea cognitiva de clasificación de patrones, usando las manifestaciones características de cada caso ejemplo (síntomas), proporcionado por un experto, de cada tipo de falla, para construir patrones, como los que se muestran en la figura 1, donde se clasificaron los síntomas en críticos (debe estar) y accesorios (pueden estar o no). Se implementó una red neuronal artificial (por sus siglas en español RNA), con el fin de asociar conjuntos de síntomas de entrada a un patrón conocido; se usaron dos arquitecturas, una de Hamming (entradas binarias) y Back-propagation (entradas continuas), ambas con 5 neuronas de entrada (síntomas), 5 en la capa oculta y 5 en la salida (fallas), los resultados fueron supervisados por el experto en tribología para verificar la corrección de las respuestas. Se obtuvo una eficiencia del 87% con la arquitectura de Hamming y 81% de eficiencia, con la arquitectura Back-propagation (con distancia euclidiana). El sistema basado en redes neuronales artificiales puede ser un primer acercamiento al diagnóstico, que puede ser comprobado con las pruebas de viscosidad existentes, también se puede usar como apoyo didáctico para estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica o mecánica.

Síntomas Fallas	Ruido	Pérdida de dimensiones	Vibraciones	Alta temperatura	Altas cargas
Desgaste de piezas					
Calentamiento					
Fatiga mecánica					
Micropitting (picadura)					
Falta de lubricación					
	Síntoma crítico			Síntoma accesorio	

Keywords: Diagnóstico tribológico, Red neuronal artificial, Clasificación, Asociación de patrones.

Rosario Aldana, raldana@uv.mx

High production of silver nanoparticles using chemical reduction method

César Guzmán-Arias¹, Miguel A. Pedroza-Toscano², Susana Lopez-Cuenca¹, Martin Rabelero-Velasco³

1 Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel Y Henríquez, Campus Zapopan, Zapopan, Jalisco.

2 Centro Universitario UTEG, Guadalajara, Jalisco.

3 Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.

ABSTRACT

Research in nanoparticles has increased in recent years, due to its great potential in applications in different fields, such as medicine, chemical industry and electronics. Among them, there are silver nanoparticles (AgNPs), which have important properties such as antibacterial, antifungal and antiviral capacity. There are chemical, physical and biological methods to produce metallic nanoparticles. The usual chemical routes include chemical reduction of silver ions in aqueous solutions with or without stabilizer agents, electrochemical reduction, polyol process, chemical and photo reduction in reverse and bi-continuous micelle. We explored the chemical reduction in aqueous solutions methods, using a stabilizer agent. This is a simpler method, manageable and cost-effectiveness to prepare AgNPs. In other hand, production systems of AgNPs are reported either the precursor agent or the reducing agent is added in semicontinuous or continuous, but not both at the same time. We explored the semicontinuous addition of both the precursor agent and the reducing agent in turn, over the solution of the stabilising agent; with the aim of that this helps to control the particle size and specially to increase the productivity of AgNPs. In recent years, the polysaccharide derived from natural polymer cellulose, carboxymethyl cellulose (CMC) has been used as either a stabilizing or reducing reagent or both at the same time. In this study, we prepared AgNPs from aqueous solutions of AgNO₃, sodium borohydride (NaBH₄) as reducing agent and we employed CMC as stabilizer. In the literature, there is a report, using CMC as a stabilizing and reducing reagent using low weigh ratios AgNO₃/CMC (0.008), we have used weight ratio one to one, with the aim of to obtain a higher productivity of AgNPs. Therefore, the main function of the CMC in our synthesis was as a stabilizing agent. The formation of AgNPs was monitored via colour and confirmed with UV-vis spectral analysis.

Keywords: AgNPs, CMC, High production, chemical reduction.

César Guzmán Areas, cesarguzmanarias@hotmail.com

Analysis of Tribomechanical Behavior of AISI 4140T Steel Treated by Different Plasma Assisted Process

F. Santiago¹, R. Meza², J. Oseguera¹

¹ *Departamento de Materiales Avanzados y Mecánica, ITESM, Estado de México*

² *Termoinnova S.A. de C.V.*

ABSTRACT

The tribomechanical behavior of AISI 4140T Steel treated by different plasma-aided processes was investigated. In this study, we compared plasma nitriding, pulsed plasma nitriding, plasma nitrocarburized, low-temperature plasma blued and the combination of PN+LTPB and PNC+LTPB AISI 4140T steel. The microstructure of treated samples was characterized using X-ray diffraction, and the compound layer thickness was measured by optical microscopy. Vickers microhardness profiles were correlated with a reduction of friction coefficient in the treated samples. Wear test was performed on a pin-on-disc tribometer in dry-sliding conditions using a counter-face of WC-Co ball. Wear tracks on the ball and surface of the treated sample was analyzed with optical micrographs. Low-temperature plasma blued process demonstrates the best reduction of friction coefficient with the formation of the carbon layer on the top of the surface.

Keywords: AISI 4140T, Plasma nitriding, Plasma Nitrocarburizing, Plasma Blued, Pin-on-disc.

Joaquin Oseguera Peña, joseguer@itesm.mx

Efecto del decremento de la temperatura en el proceso de desgaste erosivo causado por el uso de la técnica de limpieza criogénica en un acero ASTM A36 y aluminio 7076

M. A. Gómez-Guarneros¹, E. A. Gallardo-Hernández¹, L. I. Farfán-Cabrera²

¹ SEPI ESIME Zacatenco, IPN, México, CDMX

² Tecnológico de Monterrey, Escuela de ciencias e ingeniería, 72453, Puebla, Puebla, México.

ABSTRACT

El proceso de limpieza criogénica (DIB por sus siglas en inglés, dry ice blasting) es una técnica que ha sido ampliamente aplicada en sectores industriales con el principal objetivo de remover suciedad o contaminación de las superficies de diferentes elementos mecánicos, dispositivos electrónicos, sistemas automatizados, etc. Sin embargo, el uso de este proceso resulta controversial ya a que algunas investigaciones lo califican como una técnica no abrasiva, pero algunos otros estudios mostraron casos contrarios en los que, bajo ciertas condiciones específicas, el uso de esta técnica puede causar desgaste erosivo en las superficies donde se aplica. Para evaluar el posible daño causado por la aplicación de la técnica DIB, hemos evaluado principalmente el enfriamiento que esta técnica puede generar en algunos materiales, ya que hasta donde sabemos, es un aspecto que captado poca atención en la literatura. Este trabajo se presenta un estudio experimental del efecto que tiene la disminución de la temperatura en el proceso de desgaste erosivo causado por la aplicación de la técnica DIB en un acero ASTM A36 y una aleación de aluminio 7076 con estructuras cristalinas cúbica centrada en el cuerpo (BCC) y cúbica centrada en la cara (FCC), respectivamente. Los resultados muestran que las aplicaciones DIB provocan una transición dúctil-frágil que puede significar la aceleración del desgaste erosivo en algunas condiciones específicas.

Keywords: Criogénico, Erosión, Metales, Ductil-frágil

Mario Alberto Gómez Guarneros, mgomezg1405@alumno.ipn.mx

Contact Resonance-Enhanced Atomic Force Acoustic Microscopy for nanomechanical mapping

M. A. Vázquez-Delgado^{1,2}, A. Garduño-Medina², V-García-Vázquez², F. Pérez Rodríguez², O. Garcia-Zaldivar³, F. J. Flores-Ruiz⁴

¹ *Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal J-48, Puebla, Pue. 72570, Mexico.*

² *Instituto de Física Luis Rivera Terrazas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal J-48, Puebla, Pue. 72570, Mexico.*

³ *Facultad de Física, Universidad de la Habana, San Lazaro y L, CP 10400, La Habana, Cuba.*

⁴ *CONACYT–Instituto de Física Luis Rivera Terrazas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Apartado Postal J-48, Puebla, Pue. 72570, Mexico.*

ABSTRACT

In conventional Atomic Force Acoustic Microscopy (AFAM) the resonance of the cantilever, where the tip is in contact with the sample surface, is measured. The tip-sample system is externally excited through a piezoelectric device located under the sample. Since the contact resonance frequencies (CRFs) monotonically increase with the tip-sample contact stiffness, such a dependence can conveniently be utilized to evaluate the local elastic properties of surfaces with the aid of an appropriate contact mechanical model. In this work we present the implementation of an AFAM technique where the resonances are enhanced by means of a tracking method. The principles of this implementation are explained in terms of the electronics involved. The resulting technique becomes particularly useful in the evaluation of the distribution of elastic properties of composites, alloys, polymers, etc., as well as in the correlation of the elastic properties with nano-friction or nano-wear experiments. Results of the frequency maps obtained for polymer and ceramic test samples are presented.

Keywords: AFAM, Local-elasticity, Contact-resonance, Nanofriction.

Marco Antonio Vázquez Delgado, vazquez.201144507@gmail.com

Estudio tribológico del desgaste y comportamiento del coeficiente de fricción de algunos cerámicos dentales

Florencio Salvador Martínez Cruz¹, Mario Alberto Gómez Guarneros¹, Manuel Vite Torres¹, Jorge A. Bravo Mejía², Alejandra Moran Reyes³.

¹Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME, UZ, Grupo de Tribología, Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, C.P. 07738, Ciudad de México; México.

²ISAAC laboratorio dental.

³Universidad Nacional Autónoma de México. F.O.División de Estudios de Posgrado e Investigación DEPE I.Laboratorio de Biomateriales Dentales.

ABSTRACT

El desgaste dental es un complejo campo de estudio de la tribología, debido a la combinación de mecanismos de desgaste, tales como; atrición, abrasión, erosión y abfracción. Este trabajo experimental trata el estudio del desgaste en dos diferentes materiales cerámicos de restauración dental (Noritake y Ceramco 3), debido a que en la cavidad bucal el desgaste por atrición (abrasión de dos cuerpos) genera un desgaste considerable en el área de oclusión dental en la fase cerrada de la masticación y en presencia de funciones como el bruxismo. Estos experimentos se realizaron en una máquina tribológica de movimiento reciprocante construida de acuerdo a algunos estándares de la norma ASTM G133-05, simulando un contacto no conformable, esfera sobre un plano, que asemeja al contacto entre dientes, las pruebas fueron realizadas en condición lubricada (saliva artificial), con una frecuencia de 2 Hz, una longitud de traza de 2 mm, 3600 ciclos y una carga normal de 5, 10 y 15 N. El objetivo de este trabajo fue conocer el comportamiento del coeficiente de fricción y determinar la tasa de desgaste.

Keywords: Desgaste dental, Atrición, Movimiento reciprocante, Cerámicos dentales.

Nanofluidos de óxido de grafeno biocompatibles para su aplicación en equipos industriales hidráulicos y de engranes

A. Rendón-Rivera, J. Arriate-Valtierra

US TECHNOLOGIES S.A. DE C.V., Estado de México, México

ABSTRACT

En este trabajo se presenta la formulación y caracterización de nanofluidos lubricantes diseñados para aplicaciones en equipos industriales hidráulicos y de engranes. Dichos nanofluidos son biocompatibles ya que en su formulación contienen bases lubricantes y aditivos de lubricidad sintetizados a partir de materias primas de origen natural tales como ácidos grasos provenientes de vegetales y animales. Dichos ácidos grasos fueron recuperados de grasas y aceites de desecho y acondicionados física y químicamente para generar las bases y/o aditivos lubricantes. Adicionalmente, para mejorar las características de desempeño de los aceites tales como: lubricidad, disminución de la fricción y el desgaste se emplearon nanopartículas de óxido de grafeno en la formulación. La caracterización tribológica de los lubricantes con nanopartículas de óxido de grafeno se llevó a cabo mediante pruebas de extrema presión realizadas bajo el método ASTM D 2783 y desgaste bajo el método ASTM 4172 en un equipo de 4 esferas. Por otro lado, la caracterización fisicoquímica de los nanofluidos se efectuó mediante la determinación de diferentes propiedades tales como: viscosidad cinemática, índice de viscosidad, gravedad específica, demulsibilidad, espumación, punto de inflamación, humedad por Karl Fischer y corrosión en lámina de cobre.

Keywords: Nanofluidos, Óxido de grafeno, Lubricantes.

Adriana Rendón Rivera, iid@ust.com.mx

Estudio del comportamiento tribológico a alta temperatura de recubrimientos monocapa de Ti, TiN y bi-capa de Ti/TiN depositados por arco catódico

C. Ortega, G.C. Mondragon Rodríguez, J.M. Gonzalez, J.M. Alvarado Orozco

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial - CIDESI, Querétaro, México.

ABSTRACT

En el presente trabajo se investigó el comportamiento tribológico a altas temperaturas de recubrimientos monocapa de Ti, c-TiN y bi-capa de Ti/c-TiN depositados mediante la técnica de arco catódico (arc-PVD). Con el fin de determinar la contribución por oxidación de los recubrimientos, se realizaron medidas y evaluación cristalina con XRD de ángulo rasante desde RT hasta 900 °C en aire atmosférico. Los resultados mostraron que el Ti inicia su proceso de oxidación a 400 °C y el c-TiN alrededor de 550 °C, formando Ti₂O₃. La adhesión de los recubrimientos depositados se determinó utilizando rayado dinámico, esta mostró que el Ti posee baja resistencia a la deformación plástica, con cargas críticas cohesivas (Lc1) y adhesivas (Lc2) muy cercanas (~21.5 N y 24.1 N respectivamente). El recubrimiento c-TiN debido a sus altas propiedades mecánicas, mostró fallas cohesivas a cargas relativamente bajas (~ 6 N) y cargas adhesivas cercanas de 15 N, con espalaciones gruesas a cargas superiores a 20 N. Al depositar la bi-capa de Ti/c-TiN se observaron cargas cohesivas similares a la mono-capa de c-TiN, sin embargo se observó un incremento de la carga adhesiva superior a 25 N. El coeficiente de fricción (COF) se determinó por medio de la técnica de pin sobre disco, utilizando un contrapar de alúmina, y se observó que a temperatura ambiente el recubrimiento de Ti posee el menor COF, con un valor de estabilización de 0,5, mientras que los recubrimientos de TiN y la bi-capa de Ti/c-TiN mostraron un COF similar con un valor cercano a 0,7. A altas temperaturas el COF mostró un incremento para los recubrimientos, con un valor en la estabilización de 0,6, debido a la formación principalmente anatasa y menor porcentaje de rutilo, mientras que el acero M2 mostro una reducción en el COF estable en 0,2. Adicionalmente se observó en la superficie desgaste abrasivo y arado con el aumento en la temperatura. Además un incremento en el tamaño de las partículas de desgaste, posiblemente por los óxidos generados (rutilo y anatasa), comparado con las partículas más duras de los materiales cerámicos del recubrimiento.

Keywords: Pin on Disk, Tribología de alta temperatura, Oxidación y desgaste.

Carolina Ortega portilla, iortega@posgrado.cidesi.edu.mx

Catalytically active coatings for tribological applications

Giovanni Ramirez¹, Osman Eryilmaz², Ali Erdemir²

¹ Bruker Nano Surfaces, 61 Daggett Dr, San Jose, CA, 95134.

² Energy Systems Division, 9700 S. Cass Ave, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, 60439.

ABSTRACT

Coatings are extensively used to mitigate wear of components in mechanical systems, and they can reduce energy consumption by decreasing friction on sliding surfaces. Enabling new technologies that could potentially reduce the emissions and reduce the undesirable compounds on lubricants is one of the actual challenges on lubrication and tribology fields. Here, we present an active coating that interact very well with unformulated and formulated lubricants and can reduce the friction by at least 20%, while avoiding wear of the sliding surfaces. We will describe in detailed manner how a tribo-catalysis phenomenon enables the formation of a protective and lubricious carbon based tribofilm, which is extracted directly from hydrocarbon molecules of the lubricant. The metal catalysts that compound the coating enable the process that breaks the hydrocarbon molecules of oils and subsequently deposit as solid tribofilm on the sliding contact areas. In this work, the use of different tribometers and advanced characterization techniques (such as Raman Microscopy, TOF-SIMS and HR-TEM) allow us to visualize and confirm the presence of the amorphous carbon-based tribofilms. Furthermore, the use of MD and ab-initio molecular dynamic simulations help us to confirm the important steps that that lead to the formation of this solid lubricious film extracted from a hydrocarbon precursor.

Determinación del coeficiente de fricción y desgaste de un aceite lubricante SAE 20W-50 sobre acero inoxidable 316

B. Rivera¹, A. López¹, S. Muhl², R. Aldana¹, E. Alvarez¹

¹ Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UV, Región Xalapa

² Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, Ciudad de México

ABSTRACT

En este trabajo se presenta la caracterización tribológica de un aceite lubricante automotriz SAE 20W-50. Cabe destacar que se utilizaron dos tipos de muestras, una de aceite nuevo y otra de aceite usado bajo ciertas condiciones. Se realizaron ensayos en un tribómetro de 4 bolas, ubicado en el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, para la determinación de los coeficientes de fricción. Estos ensayos se llevaron a cabo bajo normas ASTM D2783 y ASTM D4172. Posteriormente, se complementó el análisis con los ensayos de desgaste pin sobre disco en un Tribómetro Pin sobre disco (norma ASTM G-99) y ensayos Timken (ASTM-D-2782-17). De los resultados experimentales en los ensayos de laboratorio, realizó una comparación de los aceites, para observar el desempeño de las muestras y los aspectos que mejoran o decaen, dependiendo del uso.

Keywords: Coeficiente de fricción, Desgaste, Lubricantes automotrices.

Berenice Rivera Rodríguez, brrd@live.com.ar

Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Recubrimientos Avanzados, LIDTRA

J. M. Yáñez-Limon¹, R. Ramírez-Bon¹ y J. Moreno-Palmerín²

¹ Centro de Investigación y De Estudios Avanzados del IPN-Unidad Querétaro.

² Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato.

ABSTRACT

Se presenta información básica sobre la operación del Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Recubrimientos Avanzados (LIDTRA) del Cinvestav-Unidad Querétaro, para el cumplimiento de sus objetivos científicos, académicos y de vinculación con el sector público y privado. LIDTRA surge a través de la convocatoria de laboratorios nacionales 2009 en la cual, entre otros equipos de caracterización de recubrimientos, como perfilometría, análisis químico mediante ICP, propiedades mecánicas a nanoescala con nanoindentación, se adquiere una microsonda electrónica Jeol (EPMA) JXA - 8530F con espectrómetros EDS y WDS con capacidad de análisis químico elemental cuantitativo realizando mapeos por línea o área. Posteriormente en la convocatoria 2015 se adquiere un sistema de microscopia de orientación de imágenes que consiste de un microscopio electrónico de alta resolución Jeol 7610 con un detector de difracción de electrones retrodispersados EBSD de la marca Oxford, con capacidad de estudios de recubrimientos y superficies mediante difracción de electrones, actualmente a través de la convocatoria 2018 se complementara este sistema con un espectrómetro EDS de Oxford. También se presentan los proyectos en el área de recubrimientos y materiales funcionales que se cultivan dentro de LIDTRA.

Keywords: Nanoindentación, Microsonda electrónica, WDS, EDS, Análisis químico.

J. M. Yáñez-Limon, jmyanez@cinvestav.mx

Bismuth Thin Films as an electrochemical sensor

S. E. Rodil¹, E. Camps², A. Zeinert³, J. Baron¹, P. Silva-Bermudez³

¹ Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, Ciudad de México

² Departamento de Física, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Apartado Postal 18-1027, México D.F. C.P. 11801, Mexico

³ Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, Université de Picardie Jules Verne, 33 rue St. Leu, 80039 Amiens, France

⁴ Instituto Nacional de Rehabilitación, Ciudad de México

ABSTRACT

In this study we report the growth process of bismuth thin films deposited by various deposition methods. It is shown that the texture developed in the Bi thin films follows a competitive growth in which the crystallographic planes with lower surface energy are favored and this process is dominant unless enough energy is supplied either by substrate heating or high energy bombardment. The films were then tested as a solid electrode for trace metal detection.

The electrochemical behavior of the sputtered Bi films was done using cyclic voltammetry and square-wave anodic stripping voltammetry (ASV) techniques. The polarization window of the electrodes was examined in different supporting electrolytes by linear voltammetry scanning the potential in the range of -1.50 to 0.10 V at different Ph from 4 to 10. The results showed that the window decreased from 1 to about 0.8 V and shifted to more negative values as the pH increased. The widest and most stable polarization window was observed at pH 4.6. This window is adequate for the detection of different metal ions in water, so a calibration curve for both metal ions was obtained using the AVS method. The calibration of the Bi electrodes ($0.15 - 0.2$ cm²) was done by ASV in electrolyte solutions of pH 4.6 for Pb and Cd in a range of concentrations from 50 parts per billion (ppb) to 400 ppb. The results showed that the Bi electrodes were capable of detecting both Pb and Cd traces within this range and a linear calibration curve could be obtained, although larger concentrations led to saturation of the signal. Finally, the performance of the sputtered Bi thin films as electrodes for in-situ determination of metal traces was tested by ASV containing known concentrations of Pb and Cd arbitrarily defined. The detected concentration of Cd and Pb traces was determined by using the calibration curves obtained before and comparing the values obtained to the known exact concentrations of the metal ions in the solutions.

Keywords: Bismuth, Sputtering, Growth, Electrochemical sensor.

Sandra E. Rodil, srodil@unam.mx

Mechanical and tribocorrosion properties of Zr/ZrN/CN_x multilayers deposited by HIPIMS on Ti6Al4V biomedical alloy

M. Flores, J. Pérez, L.M. Flores, O. Jiménez

Universidad de Guadalajara

ABSTRACT

The coatings of metal-ceramic multilayers deposited by HIPIMS (High Power Impulse Magnetron Sputtering) can improve the adhesion to substrates and increase the tribocorrosion resistance of biomedical alloy as Ti6Al4V. The coatings deposited by HIPIMS have a more compact growth respect to films deposited by DC magnetron sputtering. The design of the multilayer was made with a top layer of CN_x in order to reduce the friction coefficient. In this work we study the mechanical and tribocorrosion behavior of Ti6Al4V biomedical alloys coated with multilayers of Zr/ZrN/CN_x and Zr/ZrN deposited by HIPIMS and applying a plasma etching to substrate and to ZrN layer before the deposition of CN_x layer. The tribocorrosion tests were made in Synthetic Body Fluid (SBF) to simulate the ion concentration and fetal bovine serum (FBS) to simulate the proteins in synovial liquid. The tribocorrosion was studied using open circuit potential (OCP) and potentiostatic polarization in the passive region during the relative movement of samples. The friction coefficient was measured as a function of the applied potential. The structure of films was studied by XRD. The cross section of the films worn surface at wear track was analyzed by SEM. We report the comparative study in mechanical properties tribocorrosion and friction behavior of coatings of Zr/ZrN and Zr/ZrN with a top layer of CN_x.

Keywords: Multilayers, HIPIMS, Tribocorrosion, CN_x.

Martin Flores, maflores66@gmail.com

Modelado del sistema reactivo presente en los sistemas de lubricación para motores de combustión interna

S. Domínguez-García¹, L. Béjar-Gómez², R. Huirache-Acuña¹, J. Lara-Romero¹, R. Maya-Yescas¹.

1 Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58030, Morelia, Michoacán, México

2 Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58030, Morelia, Michoacán, México

ABSTRACT

En los sistemas de lubricación de motores de combustión interna, los lubricantes cumplen con varias funciones tales como disminuir fricción, evitar desgaste, enfriar el motor, etc. La disminución de la fricción y la reducción del desgaste se consiguen mediante el empleo de aditivos, los cuales son químicos preparados sintéticamente. Estos aditivos reaccionan y depositan una capa tribológica o “tribocapa”, sobre las superficies metálicas que experimentan fricción. Al cumplir su función, la tribocapa se degrada, perdiendo sus propiedades, y quedando como subproductos de desgaste en el aceite.

El análisis completo de las cinéticas de reacción para la formación de la tribocapa resulta poco práctico debido al número de compuestos que integran a los lubricantes, así como aquellos presentes en la formación y degradación de la tribocapa. Por tanto, en este trabajo se realiza un análisis del comportamiento dinámico para la formación de tribocapa en sistemas de lubricación para motores de combustión interna, a través de la propuesta de mecanismos de reacción aglomerados y en base a muestreos intermitentes en el sistema de lubricación de un motor de combustión interna, ya que el conocimiento de su comportamiento puede ser de gran utilidad para mejorar las condiciones de operación de los sistemas de lubricación.

A partir de los datos experimentales obtenidos de los muestreos se determinó una pseudo constante cinética para la formación de productos de desecho provenientes de los aditivos, en un sistema lubricante real, y se modeló y analizó la posible distribución de los productos clave en la ruta de reacción de los aditivos.

Keywords: Tribocapa, Ruta reactiva, Desgaste, Lubricación.

Saúl Domínguez García, sauldgs@hotmail.com

Pulsed laser annealing of amorphous ultra-thin films (2D) on flexible substrates

Argelia Pérez Pacheco¹, Rosa María Quispe Siccha¹, Michael E. McConney², Abigail T. Juhl², Nicholas R. Glavin², Jianjun Hu², John E. Bultman², Christopher Muratore³

¹ *Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico UIDT-CCADET. Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga”, Dr. Balmis 148, Del. Cuahutemoc, C.P. 06726, México D.F.*

² *Materials and Manufacturing Directorate, US Air Force Research Laboratory, Dayton, OH 45433 USA and University of Dayton Research Institute, Dayton, OH 45469 USA*

³ *Department of Chemical and Materials Engineering, University of Dayton, Dayton OH 45469 USA*

ABSTRACT

The materials known as two-dimensional (2D) atomic sheets are atomically thin, layered crystalline solids, which have a combination of large, tunable electronic band-gap, optical transparency, and mechanical flexibility. One class of these materials are layered transition metal dichalcogenides (TMD), of which molybdenum (MoS₂), tungsten sulfides and selenides are the most studied ones. Depending on the metal/chalcogen composition as well as on their crystallographic structure, they can be semiconducting or metallic. These kinds of materials have been attracting wide interest for their high surface-to-mass ratio and unique physical and chemical properties, making them promising for the health industry and sensor technology. Despite the promise these materials show, development of sensors has been slow due to challenges associated with large-scale synthesis of 2D materials. Laser annealing of amorphous TMD films is one avenue towards large area applications that is particularly useful for flexible substrates. The technique has only recently been demonstrated, so any scientific results in this area are novel and eagerly anticipated by flexible electronics community. As a result, existing flexible technology can enable the long sought after large-area high-performance flexible devices that can be manufactured at economically viable scales. In this work experiments were carried out to examine pulsed laser annealing of ultra-thin films of MoS₂ on flexible substrates of poly dimethyl siloxane (PDMS) with 4 different modulus values of elasticity. The samples were deposited via magnetron sputtering and subsequently were illuminated with a pulsed laser at 532 and 1064 nm. Raman spectrometry was used to characterize the degree of crystallization before and after laser annealing.

Keywords: 2D Materials, MoS₂, Laser annealing.

Argelia Pérez Pacheco, argeliapp@ciencias.unam.mx

Caracterización Físico-Química Del Polímero Pluronic 31R1

Dr. Edgar B. Figueroa Ochoa
Dra. Guadalupe Pérez García
Dr. Armando Soltero Martínez
Dr. Eduardo Mendizábal Mijares
Dr. Ramón Alejandro Saucedo

Elena Miranda Gurrola
Cristofer Amézquita Torres
Dra. Karla Paola Valdez Núñez
Juan José Castro Sarabia
Ricardo Rodríguez Salazar

ABSTRACT

El pluronic 31R1 es un polímero de reciente síntesis y de interés creciente debido a su alto índice biodegradable y baja toxicidad, propiedades que lo hacen apto para uso humano; su índice elástico y viscosidad le permite permanecer en un estado líquido con un alto índice de viscosidad o en un estado sólido con un alto índice de elasticidad, a diferentes valores de concentración y temperaturas. Una de sus principales aplicaciones es que este polímero actúa como micelas nanoestructuradas con una escala de 100 a 300 nm, por lo que puede usarse para transportar un fármaco especial vía intra-venosa que ataque células cancerígenas y puede a su vez, actuar como un nano acarreador facilitando el transporte del fármaco a través del cuerpo. Para dicha aplicación, es necesario optimizar la disolución del polímero en algunos medios; los líquidos eutécticos parecen ser un candidato apto para disolver el polímero de una manera rápida y eficaz, ahorrando la concentración y cantidad del polímero utilizado sin afectar su composición y sus propiedades.

En este trabajo de investigación se logró preparar una gama de soluciones diluidas para el sistema 31R1/Agua, las cuales se analizaron mediante las técnicas de viscosimetría y densimetría determinando el perfil de la viscosidad dinámica, densidad y velocidad del sonido en función de la concentración y la temperatura, con esta información fue posible determinar la concentración y temperatura micelar crítica para este sistema. Se monitoreó la viscosidad formadas en un intervalo de temperatura de 30°C a 50°C, registrando los valores de la viscosidad cada 5°C, todas las muestras se analizaron variando el ángulo de inclinación del capilar de 30°, 50° y 70°, con 3 réplicas para cada medición. Aunado a esto, se usó el equipo zeta-sizer para medir la movilidad electroforética y la potencial zeta de coloides y el tamaño nanopartículas/micelas del copolímero. Se prepararon una gama de mezclas eutécticas de carácter hidrofílicas e hidrofóbicas con base de cloruro de colina y mentol, respectivamente. A dichas mezclas se le realizaron pruebas cualitativas de su apariencia a 10°C, 25°C y 40°C. Como trabajos futuros, se pretende analizar el efecto de la viscosidad, densidad y velocidad del sonido de los líquidos eutécticos en función de la temperatura, con la finalidad de contribuir con la generación de una base de datos de las propiedades fisicoquímicas de estos materiales que han despertado un gran interés en la comunidad científica.

Propiedades mecánicas de apilamientos de bicapas TANX/TACX

Valdez K.¹, De la Cruz Wencil²

¹ Universidad Politécnica de Sinaloa. Carretera Municipal Libre Mazatlán Higuera Km 3. Colonia Genaro Estrada C.P. 82199. Mazatlán, Sinaloa.

² Centro de Nanociencias y Nanotecnología campus UNAM. Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada. Ensenada, Baja California.

ABSTRACT

Se sabe que los nitruros y carburos de metales de transición son utilizados como recubrimientos duros ya que resisten condiciones extremas de presión y temperatura. Recientemente, se ha propuesto al TaN y TaC como capas en la formación de superredes, con la finalidad de obtener materiales superduros. El objetivo de este trabajo es dar a conocer las condiciones experimentales adecuadas para depositar recubrimientos de TaN_x, TaC_x, y sus apilamientos de bicapas TaN_x/TaC_x, encontrando una relación entre sus propiedades de dureza y sus composiciones químicas y estructurales. Los recubrimientos se depositaron mediante sputtering a 500°C sobre sustratos de silicio. Los depósitos fueron caracterizados por espectroscopia de electrones Auger, difracción de rayos X, microscopía electrónica de transmisión y nanoindentación. Para los recubrimientos de TaN_x el contenido máximo de nitrógeno fue de $x=0.53$. En las muestras de TaC_x, el máximo contenido de carbono fue de $x=0.56$. Todos los recubrimientos presentaron una estructura cristalina cúbica donde se propone que existan vacancias de nitrógeno o de carbono en la red cristalina. Para los apilamientos TaN_x/TaC_x se encontraron valores de dureza y módulo elástico reducido de 45.7 GPa y 477 GPa, respectivamente, concluyendo que los valores de dureza de TaN_x/TaC_x depositados con 40 bicapas a 500°C superan los valores de dureza obtenidos en TaN_x y TaC_x individuales, ya que, al obtener vacancias en las redes cristalinas, éstas pueden originar defectos o dislocaciones en la red y en la interface entre cada apilamiento, lo que se refleja en un mayor valor de dureza.

Keywords: Recubrimientos duros, Nitruro de tantalio, Carburo de tantalio, Nanoindentación.

Karla Paola Valdez Núñez, kvaldez@upsin.edu.mx

ÍNDICE DE AUTORES / AUTHOR INDEX

Agredo D.G.	47	Maya F.	14
Aldana R.	79	Maytorena A.	34
Alvarez E. J.	75	Mejía A.	20
Alvarez J. I.	63	Melo L.	44
Ardila J.G.	66	Mendoza R.	25
Bahrami A.	56	Millán B.	26
Barceinas O.	61	Mora T.	18
Burillo S.	49	Ortega C.	86
Chávez J.	72	Ortega J.E.	30
Chiñas F.	73	Ortiz J.P.	70
Cruz J.C.	58	Oseguera J.	81
Delgado A.	27	Paniagua M. A	15
Delgado A. M.	38	Parra R.	53
Domínguez S.	92	Peralta M.	28
Espinoza E.	29	Pérez A.	93
Farfan L. I.	48	Perez G. J.	31
Farias I. G.	17	Ramirez G.	87
Flores L. M.	78	Ramírez J.A.	41
Flores M.	91	Rendón A.	85
García E. D	39	Rivera B.	88
García A. L.	40	Rivera C.D.	55
García A.K.	16	Rodil S.E.	13, 90
García U. G.	65	Rodríguez V. M.	33
Garduño A.	76	Rojo C.	57
Gómez M.A.	82	Rosas B.J.	60
Gomez O.A.	54	Ruíz A.	37
Gonzalez D. A.	62	Sanchez D.	24
Guillén A.	23	Sanginés R.	46
Guzmán C.	80	Santaella J.B.	74
Guzman A.M.	43	Santander J. N.	68
Guzmán M.	22	Sedano C.	51
Hernández O.J.	45	Solis Romero J.	19
Hernández A.	21	Soltani N.	50
Hernandez E. J.	42	Valdez K.	95
Huape E.	32	Vasquez I.A.	52
Jiménez O.	64	Vázquez M. A.	83
Koop C. I.	35	Vega R. C.	71
López C.	77	Yañez M.	89
Martínez D. I.	67	Zaragoza J.	36
Martínez F. S.	84	Zárraga A. L.	69
Maya R.	59		