UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TERMICO EN EL COMPORTAMIENTO TRIBOLOGICO DE LA ALECION Co-Cr-Mo-C PARA USO EN IMPLANTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA
CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES

PRESENTA

OMAR GARCIA RINCON

CD. UNIVERSITARIA **MAYO DEL 2001**

TM
Z5853
.M2
FIME
2001
.G37

INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TERMICO EN EL COMPORTAMIENTO TRIBOLOGICO DE LA ALECION Co-Cr-Mo-C PARA USO EN IMPLANTES

OGR

1020146075

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TERMICO EN EL COMPORTAMIENTO TRIBOLOGICO DE LA ALECION Co-Cr-Mo-C PARA USO EN IMPLANTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA
CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES

PRESENTA

OMAR GARCIA RINCON

CD. UNIVERSITARIA MAYO DEL 2001

310799

TM
Z5853
.M2
FIME
2001
.G37

CAPILLA ALFONSINA
UANL
FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TERMICO EN EL COMPORTAMIENTO TRIBOLOGICO DE LA ALECION Co-Cr-Mo-C PARA USO EN IMPLANTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES

PRESENTA

OMAR GARCIA RINCON

CIUDAD UNIVERSITARIA MAYO DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO TERMICO EN EL COMPORTAMIENTO TRIBOLOGICO DE LA ALECION Co-Cr-Mo-C PARA USO EN IMPLANTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES

PRESENTA

OMAR GARCIA RINCON

CIUDAD UNIVERSITARIA MAYO DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis **"Influencia del tratamiento térmico en el comportamiento tribológico de la aleación Co-Cr-Mo-C para uso en implantes"** realizada por el alumno Omar García Rincón, matrícula 726682 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con especialidad en Materiales.

El Comité de Tesis.

Asesor
Dr. Alberto J. Pérez Unzueta.

Coasesor
Dr. Héctor Mancha Molinar

Coasesor
Dr Rafael Colás Ortiz

Vo. Bo.
M.C. Roberto Villareal Garza

San Nicolás de los Garza, N.L., Mayo del 2001

DEDICATORIA

A ***Jehová***,
por los maravillosos dones con que ha bendecido mi vida.

Con todo mi amor a mi esposa ***Adriana Salas Zamarripa***,
gracias por permitirme compartir mis sueños contigo
y por hacer muchos de ellos realidad.

A mis padres ***Jorge*** e ***Isi***,
Por darme todo el apoyo, educación y confianza que me
han permitido crecer como persona, y por su amor.

A mis hermanos ***Jorge, Maribel*** y ***Karla***,
por la fortuna de saber que siempre estarán conmigo.

A mi **familia Salas Zamarripa**,
por todo el apoyo que me han brindado y por
permitirme ser parte de ustedes.

En memoria de ***Fernando Chapa Guerra†***,
un gran amigo que a pesar de su ausencia física
sigue estando presente con nosotros.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo brindado para la realización de mis estudios.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León, por ser mi alma mater.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, por albergarme en sus aulas durante seis años y medio y por darme educación profesional. Un reconocimiento al director de esta, el M.C. Castulo Vela Villarreal por siempre apoyarnos.

Al Programa Doctoral en Ingeniería de Materiales, por darme la oportunidad de realizar mi maestría, y por todas las experiencias extras.

Se agradece los apoyos económicos brindados el programa SIREYES.

Al Dr. Alberto Pérez Unzueta, por confiar en mi para la realización de esta tesis, sus consejos, observaciones y críticas, por compartir su experiencia y sobre todo por su amistad.

Al Dr. Rafael Colas Ortiz, por todo el apoyo que me ha dado, sus consejos, por creer en mi para seguir adelante y por su amistad.

Al Dr. Héctor Mancha Molinar, por su asesoramiento, por todas las facilidades brindadas para la realización de esta tesis y por su amistad.

A los profesores del PDIM por haber compartido conmigo sus conocimientos, por su trato y por todas las experiencias que me han brindado, gracias.

Al M.C. Jesús Moreno y a su hermosa familia por siempre estar ahí en todo momento.

Al Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN, por permitirme el uso de sus instalaciones, materiales y equipo; y a su personal por su invaluable ayuda.

A la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA, por el apoyo para la realización de algunas etapas de la tesis.

A la empresa NEMAK, por permitirme el uso de su equipo para las mediciones de rugosidad, y a su personal por las facilidades.

A la empresa VITRO, por proporcionarme el equipo para las mediciones del angulo de contacto.

Al Ing. Omar Garza, por su valiosa cooperación para la realización de esta tesis.

A Ernesto Ruiz y Rocío Salas, por su gran colaboración y entusiasmo.

Al Sr. Ezequiel Salas por su gran ayuda para el maquinado de las probetas para prueba.

A todos mis compañeros del PDIM, por hacer de mi estancia en el programa una experiencia inolvidable tanto académica como personalmente, a todos sin excepción mil gracias.

A Valeria, Roberto y Carlos Abraham tres pequeños que me recuerdan constantemente que no todo en México está perdido y me han dado el mejor regalo, su sonrisa.

A mis compañeros metalurgistas, gracias por su amistad y apoyo.

A todas las personas con quienes he entablado una relación ya que gracias a ustedes mi vida se ha visto profundamente enriquecida.

A las piedras en el camino, gracias por lo que me han enseñado (y por quedarse atrás)

A CADA UNO DE USTEDES MUCHAS GRACIAS.

INDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen

Capitulo 1. Introducción 1

Capitulo 2. Implantes 3
21. Introducción 3
2.2 Antecedentes históricos 4
2.3 Uniones articulares 6
2.3.1 Articulación de cadera 9
2.3.2 Implantes de cadera 11
2.4 Aleaciones para implantes 13
2.4.1 Acero inoxidable 14
2.4.2 Aleaciones base titanio 16
2.4.3 Aleaciones base cobalto 18
2.5 Polietileno de ultra alto peso molecular 21
2.6 Propiedades de los implantes ortopédicos 26
2.7 Complicaciones relacionadas con los implantes ortopédicos. 27

Capitulo 3. Lubricación. 30
3.1 Introducción 30
3.2 Tipos de lubricación 32
3.2.1 Lubricación hidrostática 32
3.2.2 Lubricación hidrodinámica 33

3.2.3 Lubricación elastohidrodinámica 36
3.2.4 Lubricación al límite 39
3.2.5 Lubricación sólida 41
3.2.6 Lubricación mixta 41
3.3 Lubricación en articulaciones biológicas 44

Capitulo 4. Desgaste y fricción. 49
4.1 Introducción 49
4.2 Contacto mecánico entre superficies 50
4.3 Fricción 53
4.3.1 Leyes de fricción 53
4.3.2 Fricción deslizante 54
4.3.3 Fricción por rodamiento 56
4.4 Mecanismos de desgaste 58
4.4.1 Desgaste abrasivo 58
4.4.2 Desgaste erosivo 60
4.4.3 Desgaste por cavitación 62
4.4.4 Desgaste adhesivo 63
4.4.5 Desgaste corrosivo 65
4.4.6 Desgaste oxidativo 66
4.4.7 Desgaste por fatiga 67
4.4.8 Fretting 68
4.4.9 Desgaste por impacto 69
4.4.10 Desgaste difusivo 70
4.5 Fricción y desgaste en articulaciones biológicas 72
4.5.1 Articulaciones biológicas 72
4.5.2 Articulaciones artificiales 72

Capitulo 5. Metodología experimental 82
5.1 Introducción 82
5.2 Obtención del material para probetas 82
5.3 Tratamiento térmico 86
5.4 Caracterización microestructural 88
5.5 Caracterización superficial 89
5.6 Pruebas de desgaste 90
5.7 Análisis por microscopia electrónica de barrido 93

Capitulo 6. Resultados. 94
6.1 Introducción 94
6.2 Microestructura 94
6.3 Condición superficial 101
6.4 Pruebas de desgaste 103

Capitulo 7. Discusión. 137
7.1 Introducción 137
7.2 Condición de colada 137
7.2.1 Condición microestructural 137
7.2.2 Condición superficial 138
7.2.3 Mecanismos de desgaste 138
7.3 Condición de colada 139
7.3.1 Condición microestructural 140
7.3.2 Condición superficial 140
7.3.3 Mecanismos de desgaste 141

Capitulo 8. Conclusiones. 143

Capitulo 9. Recomendaciones 145

Referencias.

Lista de tablas.

Lista de figuras.

Resumen autobiográfico.

RESUMEN

El desgaste de prótesis de cadera en personas con elevada actividad física, implica problemas en la salud provocando re-operaciones que involucran tiempos de recuperación y terapia física prolongados, desembolso de dinero y el sufrimiento de una intervención quirúrgica muy pesada.

En el presente trabajo se propone una modificación microestructural del implante quirúrgico metálico a partir de la condición de colada, mediante un tratamiento térmico de solución, como medio para disminuir el desgaste en la contraparte polimérica, esto debido al cambio en la condición superficial de la pieza metálica, la cual influye en el mecanismo de desgaste presente en el sistema bajo condiciones lubricadas.

Las pruebas de desgaste se efectuaron en una maquina de desgaste tipo bloque en anillo de acuerdo a la norma ASTM G-77 para contacto conformante, en todas las condiciones de prueba en un recorrido de 1000 metros en deslizamiento continuo, se realizaron mediciones de la fuerza de fricción y del volumen desgastado.

De los resultados obtenidos se establece que la condición superficial de la pieza metálica tiene un alto impacto en el mecanismo de desgaste de la pieza polimérica, el cual puede ser cohesivo o interfacial, presentándose menor daño en las piezas que son pulidas y con tiempos de tratamiento cortos al generar volúmenes de desgaste bajos en el periodo inicial de prueba.