

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



FASES INTERMETALICAS EN ALEACION ASIM F75
PARA PROTESIS

TESIS

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

PRESENTA:

MARCO ANTONIO LOUDOVIC HERNANDEZ RODRIGUEZ

CD. UNIVERSITARIA

MAYO DE 2001

TM

Z5853

.M2

FIME

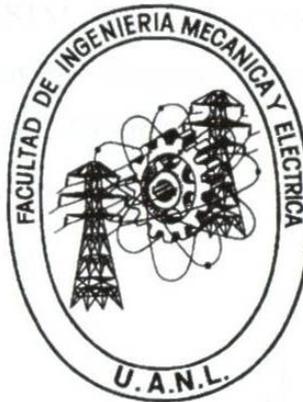
2001

H475



1020146078

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**FASES INTERMETÁLICAS EN ALEACIÓN ASTM F75 PARA
PRÓTESIS**

T E S I S

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

PRESENTA

MARCO ANTONIO LOUDOVIC HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA

MAYO DEL 2001

0150-59860

TM
25853
•Ma
FIME
2001
H475



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 "Fases Intermetálicas en Aleación ASTM F75 para Prótesis" realizada por el alumno Marco Antonio Loudovic Hernández Rodríguez, matrícula 806660 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 Pérez Unzueta



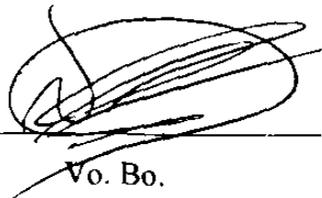
Coasesor

Dr. Zygmunt Haduch Suski



Coasesor

Dra. Dora Irma Martínez Delgado



Vo. Bo.

M.C. Roberto Villareal Garza

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

DEDICATORIA

A "DIOS" QUE NUNCA ME HA ABANDONADO

A MI HIJA ALEJANDRA QUIEN ME MOTIVA A SER MEJOR

AL AMOR DE MI VIDA: GABRIELA

CON MUCHO CARIÑO, A MIS PADRES Y A MI HERMANO
DAVID

A FERNANDO CHAPA.

AGRADECIMIENTOS

A “Dios” por haberme dado salud para la realización de este trabajo.

A mis padres Marco Antonio Hernández U. y Blanca Elia Rodríguez por su gran apoyo a lo largo de mi vida.

A mi esposa quien me ha comprendido durante la elaboración de este trabajo y me ha apoyado incondicionalmente.

Al Dr. Alberto Pérez Unzueta quien además de asesorarme en mi trabajo de tesis me brindó su apoyo durante momentos difíciles de esta etapa.

A la Dra. Dora Irma Martínez quien además de participar valiosamente en este trabajo me brindó su noble amistad a lo largo de esta etapa.

Al Dr. Zygmunt Haduch S. por su gran participación en este trabajo.

A los doctores del DIMAT de quienes aprendí mucho durante y fuera de los cursos de maestría.

A la familia Partida Álvarez quienes me han apoyado invariablemente.

A mis compañeros de generación. En especial a Jacobo, Gil, Jorge G, Manuel, Julián, Eliud, Fernando, El Coatza, Rodrigo, Andrés, el Macho, Luis, quienes juntos conocimos las altas montañas.

Al CONACyT por su generoso apoyo.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica Y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

A COMIMSA por su apoyo de infraestructura para la elaboración de este trabajo.

PREFACIO

Una de las características del ser humano ha sido la de tratar de aliviar sus enfermedades. Perdidos en la historia de la humanidad se encuentran los primeros usos de remedios para dichos fines. Los grandes avances que vemos hoy en día en el campo de la medicina, reflejan esta inherente necesidad del ser humano. Uno de los 12 avances más importantes en la medicina en la segunda mitad del siglo XX, fue el reemplazo total de cadera usando prótesis metálicas y de polietileno. A pesar de este gran avance, aun se encuentran algunos problemas, principalmente el aflojamiento de la prótesis en el hueso en el que se ha insertado y el desgaste de los componentes artificiales.

El presente trabajo se enfoca a contribuir de manera indirecta en el segundo problema mencionado: el desgaste, el cual esta influenciado entre otros factores por las características superficiales de ambos componentes. En este estudio se observa el efecto de la formación de fases frágiles durante el tratamiento térmico de solución con respecto a la rugosidad. Estas fases frágiles, debido a su baja energía de adhesión con la matriz caen fácilmente durante el pulido lo cual crea discontinuidades en la superficie afectando a la rugosidad.

La contribución de este trabajo, ha sido una disertación sobre el origen de las fases intermetálicas, su dependencia con los parámetros del tratamiento térmico y su efecto en la calidad superficial de las prótesis, en términos de rugosidad.

El presente trabajo es bienvenido como un aporte necesario en el amplio espectro del análisis científico y en particular de la ciencia e ingeniería de los materiales que actualmente esta realizándose a nivel internacional en este tipo de aleaciones.

Indice

Capítulo 1	Introducción	1
Capítulo 2	Los Implantes Ortopédicos a Través del Tiempo	5
2.1	Mundo antiguo (400 A.C.)	5
2.2	Periodo 1800-1850	6
2.3	Periodo 1850-1920	6
2.4	Periodo 1920-1950	9
2.5	Periodo 1950-1970	12
2.6	Periodo 1970-1990's	13
Capítulo 3	Aleaciones de Cobalto	16
3.1	Aleaciones de base cobalto para uso quirúrgico	16
3.2	Especificaciones ASTM para aleaciones Co-Cr-Mo-C	17
3.3	Elementos microaleantes	22
3.4	Transformación alotrópica del cobalto	23
3.5	Microestructura	24
3.6	Fases TCP (Topologically compact phases)	24
3.7	Tratamientos térmicos en aleaciones base cobalto para uso quirúrgico	28
Capítulo 4	Aspectos Médicos	33
4.1	Evolución de la artroplastia de cadera cementada	33
4.2	Oseointegración de algunos biomateriales	35
4.3	Cirugía de implante de cadera	37
4.3.1	Planificación preoperatoria	37
4.3.2	Incisión de la fascia	39
4.3.3	Exposición inicial	40
4.3.4	Capsulotomía posterior	40
4.3.5	Resección femoral	41
4.3.6	Capsulotomía anterior	42

4.3.7	Preparacion acetabular	42
4.3.8	Limadura (reaming)	43
4.3.9	La prueba acetabular	44
4.3.10	Colocación de los tornillos de fijacion	45
4.3.11	Asentamiento de la prótesis acetubular permanente	46
4.3.12	Inserto de prueba acetabular	48
4.3.13	Colocación de la prótesis	49
4.3.14	Preparacion femoral	50
4.3.15	Inserto acetabular permanente	52
4.3.16	Ensamble de la cabeza femoral	54
4.3.17	Evaluación de la movilidad de la cabeza	55
4.3.18	Cierre	56
4.4	Ostéolisis	56
4.5	Desgaste y condrólisis poshemiartroplastia de cadera	59

Capitulo 5 Fabricación de Prótesis por el Proceso de

Fundición y Vaciado de Precisión	65	
5.1	Inyección de cera	66
5.2	Formación de árboles de colada	67
5.3	Recubrimiento cerámico y secado	68
5.4	Evacuación de la cera con autoclave	70
5.5	Sinterizado	71
5.6	Fusión y vaciado	72
5.7	Subprocesos finales	74
5.7.1	Corte de prótesis del arbol de colada	74
5.7.2	Sand Blast	74
5.7.3	Pruebas de calidad	74
5.7.3.1	Inspección visual	74
5.7.3.2	Microestructura	74
5.7.3.3	Análisis químico	75
5.7.3.4	Propiedades mecánicas	75
5.7.3.5	Dimensional	76
5.7.4	Acabado final	76

Capítulo 6	Experimentación	77
6.1	Procedimiento experimental	77
6.2	Obtención de las muestras ASTM F75	79
6.3	Tratamiento térmico de solución	84
6.4	Caracterización	87
6.4.1	Análisis químico	87
6.4.2	Análisis metalográfico	88
6.4.3	Microscopía electrónica de barrido	89
6.4.4	Medición de rugosidad	89
Capítulo 7	Resultados y discusión	91
7.1	Análisis químico	91
7.2	Caracterización realizada en estructura de colada	92
7.2.1	Análisis metalográfico	92
7.2.2	Análisis de microscopía electrónica de barrido	96
7.2.3	Análisis de imágenes	98
7.2.3.1	Fracción de porosidad	98
7.2.3.2	Fracción de carburos	99
7.2.4	Análisis de rugosidad en la muestra de colada	99
7.3	Muestras tratadas térmicamente con diferentes velocidades de calentamiento	100
7.3.1	Caracterización de las muestras tratadas térmicamente	101
7.3.1.1	Análisis metalográfico	101
7.3.1.2	Análisis superficial. Porosidad, carburos y rugosidad	107
7.3.1.3	Análisis de microscopía electrónica de barrido	111
7.4	Porosidad, rugosidad y comportamiento tribológico.	126
Capítulo 8	Conclusiones	128
	Recomendaciones	129

RESUMEN

Uno de los problemas que aun no se han resuelto en los implantes quirúrgicos para articulaciones, es el desgaste de alguno de los componentes en contacto, esto propicia severos problemas de salud teniendo que reintervenir. El sistema tribológico está constituido de dos componentes: El vástago, generalmente fabricado de aleación base cobalto y la copa acetabular que principalmente se ha fabricado con polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE). Las características superficiales, entre ellas la rugosidad de ambos materiales están ampliamente relacionadas con el comportamiento de desgaste

El siguiente trabajo esta enfocado en la parte metálica hecha de aleación ASTM F75 (Co-Cr-Mo-C), se describe uno de los métodos alternos de fabricación de prótesis (Fusión y vaciado de precisión) donde uno de los subprocesos es el incremento de propiedades mecánicas mediante un tratamiento térmico de solución.

Tomando en cuenta que la esfera acetabular es pulida durante el proceso de fabricación y que durante el tratamiento térmico se pueden formar fases intermetálicas, en el siguiente trabajo se investigó la relación de la velocidad de calentamiento del tratamiento térmico de solución a una temperatura de 1220°C con respecto a las siguientes variables: formación de fases intermetálicas, porosidad y la rugosidad.

Para obtener la correlación entre dichas variables se caracterizó la microestructura antes y después de tratamientos térmicos utilizando microscopía electrónica de barrido y microscopía óptica, se utilizó un software de análisis de imágenes para cuantificar las partículas de diversas fases presentes así como los poros. Se obtuvo el comportamiento entre los parámetros mencionados pudiendo predecir en tratamientos térmicos de solución la microestructura con respecto a la formación de fases intermetálicas que a su vez se desprenden formando poros e incrementando la rugosidad.