

# Índice

Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	v
Resum.....	vii
Abstract.....	ix
Índice.....	xi
1. Introducción.....	1
1. 1 Antecedentes .....	1
1. 2 Planteamiento y justificación .....	3
1. 3 Objetivos .....	5
1.3 1 Objetivos generales .....	5
1.3 2 Objetivos Parciales .....	5
1. 4 Aportaciones de la tesis.....	7
2. Panorama Científico.....	10
2.1 Introducción.....	10
2. 2 Carburos cementados.....	11
2.3 Carburos cementados finos .....	16
2. 4 Inhibidores de crecimiento de grano. ....	19
2.4. 1 Carburo de Cromo .....	20
2.4. 2 Carburo de Vanadio.....	22
2. 5 Procesos de producción de carburos cementados .....	23
2.5. 1 Sinterización convencional en <i>Vacío</i> .....	24
2.5. 2 Sinterización por chispa de plasma .....	27
2. 6 Propiedades de los carburos cementados finos.....	30
2.6. 1 Microestructura de los carburos cementados .....	30
2.6. 2 Comportamiento mecánico de los carburos cementados .....	37
2. 7 Comportamiento tribológico. ....	40
2.7. 1 Fricción .....	41
2.7.1. 1 Mecanismos de fricción en deslizamiento.....	43
2.7.1.2 Fricción por deslizamiento en seco en carburos cementados.....	46

2.7. 2 Desgaste .....	49
2.7.2. 1 Desgaste por adhesión .....	51
2.7.2. 2 Desgaste por abrasión .....	53
2.7. 3 Ensayo de deslizamiento en seco en carburos cementados.....	54
2.7.3.1 Mecanismos de desgaste.....	58
2. 8 Aplicaciones de los carburos cementados .....	63
3 Planificación de la investigación .....	67
3. 1 Introducción.....	67
3. 2 Programa experimental. ....	68
3. 3 Etapas de la investigación.....	70
4 Desarrollo experimental.....	76
4. 1 Materias primas.....	76
4. 2 Procesamiento de los polvos.....	78
4.2.1 Mezcla y molienda .....	78
4.2. 2 Secado del polvo.....	79
4.2. 3 Compactación de los polvos mezclados .....	80
4. 3 Procesos de consolidación.....	82
4.3.1 Sinterización convencional en <i>Vacío</i> .....	82
4.3.2 Sinterización por chispa de plasma.....	83
4. 4 Caracterización microestructural .....	85
4.4.1 Densidad de los materiales consolidados .....	86
4.4. 2 Preparación metalográfica .....	86
4.4. 3 Microscopía óptica .....	87
4.4. 4 Porosidad.....	88
4.4. 5 Microscopía electrónica de barrido y de emisión de campo.....	89
4.4. 6 Determinación del tamaño de grano .....	91
4. 5 Caracterización mecánica .....	91
4.5. 1 Determinación de la dureza .....	91
4.5. 2 Determinación de la tenacidad a fractura.....	93
4. 6. Caracterización tribológica .....	94

4.6. 1 Equipamiento y procedimiento experimental .....	94
4.6.2 Descripción de los contramateriales empleados.....	97
4.6.3 Rugosidad superficial.....	99
4.6.4 Coeficientes de fricción.....	100
4.6.5 Tasa de desgaste .....	100
4.6.6 Análisis de la huella de desgaste.....	101
5 Resultados y discusión.....	104
5.1 Estudio tribológico de cermets sinterizados a <i>Vacío</i> en condiciones de desgaste medio.....	104
5. 2 Materiales obtenidos con polvos ultrafinos y sinterizados por <i>Vacío</i> .....	106
5.2. 1 Coeficiente de fricción.....	108
5.2. 2 Características del desgaste.....	115
5.2. 3 Análisis de las superficies de desgaste .....	117
5.2. 4 Conclusiones parciales: .....	122
5. 3 Materiales obtenidos de polvos nanocristalinos sinterizados en <i>Vacío</i> .....	123
5.3. 1 Coeficiente de fricción.....	126
5.3. 2 Características del desgaste.....	130
5.3. 3 Análisis de las superficies de desgaste .....	133
5.3. 4 Conclusiones parciales .....	138
5.4 Comportamiento tribológico de cermets sinterizados a <i>Vacío</i> y <i>SPS</i> en condiciones de desgaste severo.....	140
5. 5 Influencia del contenido en inhibidor en materiales sinterizados por <i>Vacío</i> .....	142
5.5. 1 Coeficiente de fricción.....	146
5.5. 2 Características del desgaste.....	155
5.5. 3 Análisis de las superficies de desgaste .....	159
5.5. 4 Conclusiones parciales. ....	168
5. 6 Efecto de la influencia del procesado por <i>SPS</i> en la fricción y el desgaste .....	169
5.6. 1 Coeficiente de fricción.....	175
5.6. 2 Características del desgaste.....	178

5.6. 3	Análisis de la superficie de desgaste .....	182
5.6. 4	Conclusiones Parciales .....	184
5. 7	Efecto del contramaterial en la fricción y el desgaste.....	185
5.7. 1	Materiales sinterizados por Vacío y SPS contra WC-Co.....	186
5.7.1. 1	Coeficiente de fricción.....	186
5.7.1. 2	Características del desgaste .....	192
5.7. 2	Materiales sinterizados por Vacío y SPS contra acero endurecido AISI 5210 .....	194
5.7.2. 1	Coeficiente de fricción.....	194
5.7.2. 2	Características del desgaste .....	200
5.7.2. 3	Análisis de la superficie de desgaste .....	203
5.7. 3	Conclusiones Parciales.....	208
6	Conclusiones e investigaciones futuras.....	211
6. 1	Efecto de los inhibidores en materiales obtenidos de polvos nanocristalinos y ultrafinos sinterizados por Vacío, en condiciones de desgaste medio.....	211
6. 2	Efecto de los inhibidores en materiales obtenidos de polvos nanocristalinos sinterizados por <i>Vacío</i> y <i>SPS</i> , en condiciones de desgaste severo .....	212
6. 3	Efecto de los inhibidores sobre materiales obtenidos de polvos nanocristalinos sinterizados por <i>Vacío</i> y <i>SPS</i> , sometidos a condiciones de desgaste severo con diferentes contramateriales .....	214
6. 4	Investigaciones futuras.....	216
7	Bibliografía.....	217
8	Apéndices.....	228
8. 1	Listado de Figuras.....	228
8. 2	Listado de Tablas .....	235
9	Anexos.....	237
	Comunicaciones a Congresos Nacionales e Internacionales.....	237
	Artículos Publicados.....	237