

Índice general

	<u>Página</u>
Resumen y abstracts	IX
Objetivos	XI

PARTE I

Introducción

1. CONFORMACIÓN EN ESTADO SEMISÓLIDO

1.1 Antecedentes	I-02
1.2 Obtención de lingotes con estructuras no dendríticas	I-05
1.2.1 Procesamiento del líquido	I-05
1.2.2 Procesamiento del sólido	I-11
1.2.3 Spray casting	I-12
1.2.4 Análisis de los diferentes métodos propuestos	I-15
1.3 Procesos de conformado de componentes en estado semisólido	I-16
1.3.1 Thixoforming	I-17
1.3.1.1 Thixoforging	I-18
1.3.1.2 Thixocasting	I-21
1.3.2 Compocasting	I-39
1.3.3 Thixomolding	I-40
1.3.4 New Rheocasting	I-41
1.3.5 Sub Liquidus Casting	I-46

1.3.6	Semi-Solid Rheocasting	I-47
1.3.7	Nuevos métodos en desarrollo	I-49
1.4	Comparación de los procesos de conformación SSM	I-53
1.5	Ventajas de los procesos SSM frente a los métodos convencionales	I-59
1.6	Previsión sobre la evolución de los procesos SSM	I-61
2. ASPECTOS TEÓRICOS DE LOS PROCESOS DE CONFORMACIÓN EN ESTADO SEMISÓLIDO		
2.1	Propiedades tixotrópicas	II-01
2.2	Reología del estado semisólido	II-02
2.3	Evolución del lodo semisólido	II-06
2.4	Efecto de los factores morfológicos y reológicos en los lodos tixotrópicos	II-11
2.5	Efecto del recalentamiento en la estructura del lingote de Rheocasting	II-15
2.6	Inyección de un lingote recalentado al estado semisólido	II-20

3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN LAS ALEACIONES ALUMINIO-SILICIO

3.1	Tratamientos térmicos de esferoidización del silicio	III-02
3.1.1	Mecanismo de esferoidización	III-04
3.1.2	Factores que intervienen en el proceso de esferoidización	III-07
3.2	Tratamientos térmicos T5 y T6	III-11
3.2.1.	Características de la precipitación estructural	III-13

PARTE II

Procedimiento Experimental

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

4.1	Materiales utilizados para la conformación en estado semisólido	IV-01
4.1.1	Lingote de Rheocasting A357	IV-01
4.1.2	Semicomponentes obtenidos por Thixocasting	IV-03
4.1.3	Componentes obtenidos por Thixocasting	IV-06
4.2	Tratamientos térmicos	IV-07
4.2.1	Tratamientos térmicos de esferoidización	IV-07
4.2.2	Tratamientos térmicos T5 y T6	IV-08
4.3	Caracterización	IV-08
4.3.1	Preparación de probetas metalográficas	IV-08
4.3.2	Análisis metalográfico cuantitativo	IV-10
4.3.3	Preparación de probetas de tracción	IV-11
4.3.4	Ensayo de dureza Brinell (HB)	IV-13

4.3.5	Ensayo de microdureza Vickers (HV)	IV-14
4.3.6	Ensayo de ultramicrodureza	IV-15
4.3.7	Ensayo de tracción uniaxial	IV-22
4.4.	Ensayos de corrosión	IV-23
4.4.1.	Preparación de las muestras	IV-23
4.4.2.	Procedimiento para el ensayo de corrosión en cámara de niebla salino-acética (NSA)	IV-24
4.4.3.	Procedimiento para los estudios electroquímicos	IV-24
4.4.3.1	Curvas de polarización	IV-24
4.4.3.2	Medidas de impedancia electroquímica (EIS)	IV-26

PARTE III

Resultados Experimentales

5. ESTUDIO DE UN LINGOTE DE RHEOCASTING

5.1 .	Caracterización estructural del lingote de Rheocasting	V-01
5.1.2	Macroestructura del lingote	V-01
5.1.2	Examen metalográfico del lingote	V-03
5.2 .	Efecto de los tratamientos de esferoidización en la evolución de la microestructura	V-10
5.3 .	Evolución del silicio eutéctico con los tratamientos térmicos. Análisis cuantitativo	V-21
5.4 .	Cinética de crecimiento del silicio	V-27

5.5 . Evolución de la microestructura del lingote recalentado al estado semisólido	V-30
5.5.1 Tratamiento térmico	V-30
5.5.2 Análisis metalográfico	V-31
5.6 Efecto de los tratamientos térmicos en las propiedades mecánicas del lingote de Rheocasting	V-39
5.6.1 Propiedades mecánicas del lingote de Rheocasting	V-39
5.6.2 Propiedades mecánicas del lingote de Rheocasting recalentado	V-41
5.6.3 Efecto de los tratamientos térmicos de esferoidización en la dureza de la fase α del lingote de Rheocasting	V-44
5.7 Evolución de la dureza de la fase α proeutéctica	V-49
5.8 Análisis de resultados	V-51
5.8.1 Características del lingote de Rheocasting	V-51
5.8.2 Efecto de los tratamientos isotérmicos	V-52
5.8.3 Efecto del recalentamiento del lingote al estado semisólido	V-54
6. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE CONFORMACIÓN POR THIXOCASTING	
6.1 Condiciones de conformación	VI-02
6.2 Defectos de conformación	VI-04
6.3 Análisis metalográfico	VI-06
6.4 Análisis metalográfico cuantitativo	VI-11
6.5 Clasificación de microestructuras	VI-12
6.6 Propiedades mecánicas	VI-16

6.7	Análisis fractográfico	VI-22
6.8	Optimización de los parámetros de inyección	VI-26
6.8.1	Metodología empleada	VI-26
6.8.2.	Análisis de resultados	VI-39
6.8.3.	Definición de los parámetros óptimos de trabajo	VI-40
6.9	Efecto de los tratamientos térmicos de esferoidización en la microestructura	VI-42
6.9.1	Evolución del silicio eutéctico	VI-42
6.9.2	Cinética de crecimiento del silicio eutéctico	VI-46
6.9.3	Efecto del tratamiento térmico en la dureza	VI-48
6.10	Tratamientos térmicos T5 y T6	VI-49
6.10.1	Caracterización de los semicomponentes	VI-49
6.10.2	Rediseño del molde y del proceso de inyección	VI-54
6.10.3	Caracterización de los semicomponentes (2)	VI-55
6.10.4	Análisis fractográfico	VI-59
6.11	Efecto de los tratamientos térmicos en la dureza de la fase α	VI-62
6.12	Análisis de resultados	VI-65
6.12.1	Microestructura de los semicomponentes	VI-65
6.12.2	Optimización del proceso de inyección	VI-65
6.12.3	Efecto de los tratamientos térmicos en la microestructura	VI-66
6.12.4	Efecto de los tratamientos térmicos en las propiedades Mecánicas	VI-67
7.	ESTUDIO DE COMPONENTES CONFORMADOS POR THIXOCASTING EN CONDICIONES OPTIMAS	
7.1	Componente de motocicleta	VII-02
7.1.1	Análisis microestructural	VII-04
7.1.2	Ensayos de tracción y dureza	VII-07

7.2	Componente de automóvil	VII-09
7.2.1	Análisis microestructural	VII-11
7.2.2	Ensayos de tracción y dureza	VII-13
7.3	Análisis de resultados	VII-15
7.3.1	Microestructura	VII-15

8. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FRENTE A LA CORROSIÓN

8.1	Introducción	VIII-01
8.2	Ensayos en cámara de niebla salino-acética (NSA)	VIII-07
8.3	Medidas de impedancia y curvas de polarización	VIII-17
8.4	Análisis de resultados	VIII-24

PARTE IV

Conclusiones

9.	CONCLUSIONES	IX-01
10.	TRABAJOS PUBLICADOS Y PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN FUTURA	X-01

PARTE V

Bibliografía y Anexo

11. BIBLIOGRAFÍA	XI-01
12. ANEXO	XII-0