
Índice

Resumen	01
1. Introducción	03
1.1 Métodos de almacenamiento de hidrógeno	03
1.1.1 Almacenamiento gaseoso	05
1.1.2 Almacenamiento líquido	05
1.1.3 Almacenamiento en estado sólido	06
1.2 Propiedades relevantes de los hidruros	09
1.2.1 Activación	10
1.2.2 Capacidad	11
1.2.3 Degradación por ciclado	11
1.2.4 Cinética	12
1.2.5 Características térmicas	13
1.3 Etapas globales	14
1.3.1 Interacción superficial	14
1.3.2 Transporte del absorbato	16
1.3.3 Efecto de impurezas	17
1.4 Hidruros metálicos	18
1.4.1 Grupo AB_5	20
1.5 Problemática de los contenedores de hidruros	25
1.5.1 Compatibilidad de materiales	25
1.5.2 Necesidad de uso de filtro	26
1.5.3 Aislamiento del aire	27
1.5.4 Necesidad de espacio libre	27
1.5.5 Sistema de alivio de presión	28
1.5.6 Transferencia térmica	28
1.5.7 Resistencia mecánica	29
1.5.8 Capacidad efectiva	29
1.6 Antecedentes de contenedores de hidruros	30
1.7 Análisis de dispositivos comerciales	34
1.8 Conclusión	37

2. Método numérico	39
2.1 Estudio de transferencia térmica	39
2.1.1 Modelo de estado estacionario	40
2.1.2 Resistencia al flujo de calor	42
2.1.3 Modelo de estado no estacionario	43
2.1.4 Absorción a presión constante en $LaNi_5$	46
2.1.5 Desorción a caudal constante de $MmNi_{4,7}Al_{0,3}$	47
2.2 Optimización de aletas	49
2.2.1 Descripción general del método de optimización	50
2.2.2 Descripción detallada del método de optimización	50
3. Método experimental	53
3.1 Síntesis de hidruros	53
3.1.1 Horno de arco	53
3.1.2 Otras técnicas	57
3.2 Técnicas de caracterización	60
3.2.1 Tipos de mediciones	61
3.2.2 Isotermas PCT	62
3.2.3 Consideraciones experimentales para mediciones de isotermas PCT	64
3.2.4 Desarrollo de equipo volumétrico tipo Sieverts	66
3.2.5 Cálculos asociados a la determinación de una isoterma	74
3.3 Dispositivo experimental para aletas optimizadas – absorción de $LaNi_5$	77
3.3.1 Elaboración del hidruro	77
3.3.2 Fabricación del dispositivo de medición	77
3.3.3 Fabricación de los perfiles	79
3.3.4 Ensamble y procedimiento de medición	79
3.4 Almacenador prototipo - desorción de $MmNi_{4,7}Al_{0,3}$	80
3.4.1 Elaboración del material almacenador	80
3.4.2 Almacenador prototipo	81
3.4.3 Procedimiento de medición	82

4. Resultados	83
4.1 Optimización de aletas	83
4.1.1 Convergencia de la optimización	83
4.1.2 Optimizaciones para distintos tiempos de absorción	84
4.1.3 Optimizaciones para distintos diámetros de absorción	85
4.2 Simulaciones y experimentos con aletas optimizadas	86
4.2.1 Aletas optimizadas a distintos tiempos de absorción	86
4.2.2 Casos comparativos	89
4.2.3 Discusión sobre el modelo	92
4.2.4 Consideraciones experimentales y numéricas	95
4.3 Simulaciones y experimentos del almacenador prototipo	96
4.3.1 Modelado y ajuste de la presión de equilibrio	96
4.3.2 Resultados de simulación ajustada y experimentos	98
4.3.3 Perfiles de temperatura y de carga	99
4.4 Discusión	102
5. Criterios de diseño de contenedores de hidruros	103
5.1 Análisis de sensibilidad de los parámetros de cálculo	103
5.2 Análisis con filtro central	106
5.3 Procedimiento de diseño de contenedores de hidruro	108
5.3.1 Desarrollo	108
5.3.2 Procedimiento	110
5.4 Discusión	113
6. Conclusiones	115

Anexos	117
A. Aspectos de seguridad	119
A.1 Propiedades generales	119
A.2 Propiedades de combustión	119
A.3 Compatibilidad de materiales	120
B. Programación	121
B.1 Diseño detallado: equipo volumétrico desarrollado EV-IV	121
B.1.1 Rutinas de caracterización	121
B.1.1 Rutinas auxiliares	135
B.2 Diseño detallado: simulación de almacenadores de hidruros	138
B.2.1 Simulación de dispositivo con aletas optimizadas	138
B.2.2 Simulación de almacenador prototipo	140
Referencias	143
Publicaciones	151