

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| Resumen | 5 |
| Abstract | 8 |
| 1. Introducción | 10 |
| 1.1. El hidrógeno como vector energético | 10 |
| 1.2. Almacenamiento de hidrógeno | 12 |
| 1.3. Hidruros metálicos, propiedades termodinámicas y cinéticas | 18 |
| 1.3.1. Cinética de hidruración/deshidruración | 21 |
| 1.4. Hidruro de magnesio: MgH_2 | 25 |
| 1.4.1. Mg como medio para almacenamiento de hidrógeno: limitaciones | 28 |
| 1.4.2. Estrategias para mejorar las propiedades de sorción del MgH_2 | 29 |
| 1.5. Sistema Mg-Co | 31 |
| 1.6. Sistema Mg-Co-H | 33 |
| 1.7. Objetivos de la tesis | 37 |
| 2. Procedimiento experimental | 39 |
| 2.1. Preparación de materiales: Molienda mecánica | 39 |
| 2.1.1. Tipos de molinos | 40 |
| 2.1.2. Variables del proceso de molienda | 43 |
| 2.2. Caracterización general | 49 |
| 2.2.1. Difracción de Rayos X | 49 |
| 2.2.2. Calorimetría diferencial de barrido (DSC) | 53 |
| 2.2.3. Microscopía electrónica de barrido (SEM) | 54 |
| 2.2.4. Microscopía electrónica de transmisión (TEM) | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.5. Área BET..... | 57 |
| 2.3. Caracterización de la reacción con hidrógeno..... | 58 |
| 2.3.1. Equipo volumétrico..... | 59 |
| 2.3.1.1. Propiedades de equilibrio con hidrógeno: medición de isotermas de presión-composición (PCI)..... | 62 |
| 2.3.1.2. Cinética de la reacción con hidrógeno..... | 65 |
| 2.3.1.3. Errores en los procesos de las mediciones volumétricas..... | 67 |
| 2.3.2. Calorimetría diferencial de barrido de alta presión de hidrógeno (HP-DSC)..... | 69 |
| 2.4. Materiales de Partida..... | 71 |
| 3. Estudio de las propiedades cinéticas y termodinámicas del sistema Mg-Co-H: molienda mecánica de 2Mg-Co y 3Mg-Co en argón..... | 76 |
| 3.1. Introducción..... | 76 |
| 3.2. Preparación de las muestras..... | 78 |
| 3.2.1. Caracterización estructural y microestructural de los materiales preparados por molienda..... | 79 |
| 3.3. Formación del intermetálico MgCo por tratamiento térmico..... | 82 |
| 3.4. Estudio de la reacción con hidrógeno empleando HP-DSC..... | 85 |
| 3.4.1. Reactividad con hidrógeno de mezclas 2Mg-Co: MgCo como intermediario para la formación de Mg ₂ CoH ₅ | 86 |
| 3.4.2. Reversibilidad entre MgCo/Mg ₂ CoH ₅ durante los ciclos de absorción/desorción..... | 92 |
| 3.5. Cinética de absorción y desorción de hidrógeno de mezclas Mg-Co molidas en argón..... | 97 |

| | |
|---|------------|
| 3.5.1. Efecto de la formación de MgCo sobre la velocidad de absorción/desorción..... | 100 |
| 3.6. Estudio termodinámico del sistema Mg-Co-H: Interacción de mezclas 2Mg-Co con hidrógeno..... | 102 |
| 3.7. Conclusiones..... | 110 |
| 4. Estudio de las propiedades cinéticas y termodinámicas del sistema Mg-Co-H: molienda mecánica de mezclas Mg-Co en hidrógeno..... | 114 |
| 4.1. Preparación de los hidruros complejos del sistema Mg-Co-H..... | 115 |
| 4.1.1. Preparación y caracterización del hidruro Mg ₂ CoH ₅ | 115 |
| 4.1.2. Preparación y caracterización del hidruro Mg ₆ Co ₂ H ₁₁ | 118 |
| 4.2. Estudio cinético de las mezclas MgH ₂ -Co molidas en hidrógeno..... | 122 |
| 4.3. Estudio termodinámico..... | 129 |
| 4.4. Conclusiones..... | 133 |
| 5. Efecto del agregado de nanotubos de carbono sobre las propiedades de sorción de MgH₂-5%p/p Co..... | 136 |
| 5.1. Antecedentes en la literatura..... | 137 |
| 5.2. Preparación de los materiales base MgH ₂ | 140 |
| 5.3. Caracterización estructural y microestructural de los materiales base MgH ₂ preparados por molienda..... | 141 |
| 5.4. Cinéticas de sorción de hidrógeno de los materiales base MgH ₂ sometidos a ciclado..... | 146 |
| 5.5. Caracterización estructural y microestructural de los materiales base MgH ₂ sometidos a ciclado..... | 154 |
| 5.6. Análisis de la cinética de desorción de los materiales base MgH ₂ | 158 |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| 5.7. Conclusiones..... | 162 |
| 6. Conclusiones Generales..... | 164 |
| Agradecimientos..... | 168 |
| Bibliografía..... | 169 |
| Publicaciones..... | 180 |